

**Universidades Lusíada**

Pinheiro, Pedro José de Araújo

**Avaliação emergética de regiões : estudo de caso**

<http://hdl.handle.net/11067/2349>

**Metadados**

**Data de Publicação**

2015

**Resumo**

Todo o comportamento humano acarreta necessariamente uma consequência. Estudos mostram que a exploração excessiva dos recursos naturais existentes não garante, nem no curto prazo, o desenvolvimento de qualquer região. Num contexto em que a população mundial aumenta e onde as assimetrias económicas e sociais se agravam, é conveniente fazer-se uma análise sistémica que seja agregadora e reflita a sustentabilidade da humanidade. Uma resposta possível, para avaliar o desenvolvimento de uma região, ...

Every human behavior is followed by a consequence. Research shows that the excessive exploitation of natural resources doesn't guarantee, not even in a near future, the development of a certain region. In a context where the world population is increasing and where the economic and social discrepancies are more evident, it is convenient to do a systemic analysis that embraces and reflects human sustainability. One possible answer to evaluate the development of an area is the emergy that does no...

**Palavras Chave**

Emergia, Gestão ambiental, Desenvolvimento regional, Sustentabilidade

**Tipo**

masterThesis

**Revisão de Pares**

Não

**Coleções**

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2023-05-04T16:42:12Z com informação proveniente do Repositório



**UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE  
CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO**

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DE REGIÕES  
Estudo de caso**

**Pedro José de Araújo Pinheiro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Vila Nova de Famalicão - 2015



**UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE  
CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO**

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DE REGIÕES  
Estudo de caso**

**Pedro José de Araújo Pinheiro**

**Orientador: Prof. Doutor Carlos Oliveira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Vila Nova de Famalicão - 2015

*“Somos o que fazemos, mas  
somos, principalmente, o que fazemos  
para mudar aquilo que somos.”*

**EDUARDO GALEANO**

## **Agradecimentos**

Durante a elaboração desta dissertação de mestrado são várias as pessoas a quem sou agradecido.

Ao meu Pai, José Álvaro da Costa Pinheiro, de quem invoco com saudade a memória, pela sensibilidade, carinho e dedicação que teve comigo.

Ao Professor Doutor Carlos Oliveira, pela paciência, disponibilidade e incentivos constantes durante este trabalho.

Aos meus Professores que, durante o meu percurso académico, me ensinaram, corrigiram e me tornaram uma pessoa melhor.

Aos meus amigos e família, pela minha ausência durante esta fase da minha formação.

## Resumo

Todo o comportamento humano acarreta necessariamente uma consequência. Estudos mostram que a exploração excessiva dos recursos naturais existentes não garante, nem no curto prazo, o desenvolvimento de qualquer região. Num contexto em que a população mundial aumenta e onde as assimetrias económicas e sociais se agravam, é conveniente fazer-se uma análise sistémica que seja agregadora e reflita a sustentabilidade da humanidade.

Uma resposta possível, para avaliar o desenvolvimento de uma região, é a emergia, a qual não contabiliza apenas a energia ou trabalho despendidos num processo, mas todo o potencial energético que é transformado. A avaliação emergética considera, entre outras, todas as transformações energéticas existentes na realização de um produto ou serviço, através da integração de todas as energias, apesar de diferentes. Por ser universal, generalizou-se a energia solar como padrão. A emergia usa a unidade seJ (joule de emergia solar) que, embora relacionada, é distinta da unidade de energia J (joule).

A contabilidade emergética avalia, também, a procedência dos recursos e os custos ecológicos e económicos associados à sua exploração e utilização.

As regiões são sistemas, com entradas e saídas de recursos, que devem ser convenientemente geridos para maximizar a riqueza da sua exploração e garantir a sustentabilidade das mesmas para as gerações vindouras. Os indicadores emergéticos são instrumentos que permitem avaliar os sistemas e facilitar o processo de tomada de decisão.

O objetivo principal deste estudo é fazer uma avaliação emergética do concelho de Vila Nova de Famalicão, da região do Vale do Ave e de Portugal, relativo ao ano de 2013, através da comparação dos seus indicadores emergéticos.

Os resultados revelam que estas três regiões têm economias muito direcionadas para o consumo, com Índices de Sustentabilidade Emergética (ESI) de 0,07, 0,028 e 0,01, em Portugal continental, região do Ave e Vila Nova de Famalicão, respetivamente.

A região do Ave, com  $1,25 \times 10^{12}$  seJ/\$, apresentou o valor da Razão de Emergia por Moeda (EMR) mais baixo, enquanto Vila Nova de Famalicão possuía uma EMR de  $1,6 \times 10^{12}$  seJ/\$. A EMR de  $4,33 \times 10^{12}$  seJ/\$ alcançada por Portugal continental, mostra o menor desenvolvimento do país, quando comparado com a região do Ave e com Vila Nova de Famalicão.

**Palavras chave:** Energia, Emergia, Sustentabilidade, Gestão, Regiões.

## **Abstract**

Every human behavior is followed by a consequence. Research shows that the excessive exploitation of natural resources doesn't guarantee, not even in a near future, the development of a certain region. In a context where the world population is increasing and where the economic and social discrepancies are more evident, it is convenient to do a systemic analysis that embraces and reflects human sustainability.

One possible answer to evaluate the development of an area is the emergy that does not only count with the energy and work needed on a certain process, but with all the potential in which it is transformed.

The emergetic evaluation includes all of the energetic transformations used in the process-making a product or a service, through the use of all energies, despite being different. By being universal, the solar energy was standardized. Emergy was set in seJ (solar emergy joule) that, despite being related, is different from J (joule).

The emergetic accounting also evaluates the origin of the resources and the ecologic and economic costs from its use and exploration.

Every region is a system, with inputs and outputs of resources, that need to have a proper management, to maximize its exploration benefits and guarantee the sustainability for the generations to come. The emergetic indicators are tools that allows us to evaluate the systems and facilitate the decision-making process.

The main aim of this study is to do an emergetic evaluation of Vila Nova de Famalicão, Vale do Ave region and Portugal in 2013, through the comparison of its emergetic indicators.

The results show that this 3 regions have economies directed to the consumption, with Emergetic Sustainability Indexes (ESI) of 0,07, 0,028 and 0,01 in Portugal, Vale do Ave and Vila Nova de Famalicão, respectively.

The Ave region, with  $1,25 \times 10^{12}$  seJ/\$, presented the lowest Emergy Money Ratio (EMR) value, while Vila Nova de Famalicão revealed  $1,6 \times 10^{12}$  seJ/\$ of EMR. The EMR of  $4,33 \times 10^{12}$  seJ/\$ achieved by Portugal continental shows the lowest development, when compared the result of this country with the Ave region and Vila Nova de Famalicão.

**Key words:** Energy, Emergy, Sustainability, Management, Regions.

# Índice

|   |      |
|---|------|
| Agradecimentos .....  | iv   |
| Resumo .....  | v    |
| Abstract.....   | vi   |
| Índice .....  | vii  |
| Índice de figuras .....                                     | xi   |
| Índice de tabelas .....                                     | xiii |
| Lista de abreviaturas .....                                 | xv   |
| 1. Introdução.....  | 1    |
| 2. Enquadramento teórico.....                               | 3    |
| 2.1 Gestão ambiental .....                                  | 3    |
| 2.2 Desenvolvimento e sustentabilidade.....                 | 3    |
| 2.3 Indicadores de desenvolvimento económico e social ..... | 4    |
| 3. Emergia .....  | 7    |
| 3.1 Cronologia do princípio da emergia .....                | 7    |
| 3.2 Conceito de emergia .....                               | 8    |
| 3.3 Emergia solar .....                                     | 9    |
| 3.4 Relação entre sustentabilidade e emergia .....          | 10   |
| 3.5 A emergia e as leis da termodinâmica .....              | 11   |
| 3.6 Potência emergética .....                               | 12   |
| 3.7 Simbologia.....   | 13   |
| 3.8 Diagramas de emergia .....                              | 14   |
| 3.9 Parâmetros usados nos balanços de emergia .....         | 16   |
| 3.10 Valores Unitários de Emergia.....                      | 18   |
| 3.11 Transformidade.....                                    | 19   |
| 3.12 Razão emergia por unidade monetária .....              | 21   |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.13  | Emergia <i>per capita</i> .....                                      | 21 |
| 3.14  | Densidade de emergia.....  | 22 |
| 3.15  | Percentagem de emergia renovável .....                               | 22 |
| 3.16  | Rendimento emergético .....  | 22 |
| 3.17  | Carga ambiental .....  | 23 |
| 3.18  | Investimento emergético.....   | 24 |
| 3.19  | Sustentabilidade emergética .....                                    | 24 |
| 3.20  | Razão da troca emergética .....                                      | 25 |
| 3.21  | Emergia líquida.....   | 25 |
| 3.22  | Tabela de avaliação emergética .....                                 | 26 |
| 3.23  | Dados relevantes para a avaliação emergética de uma região .....     | 26 |
| 4.    | Emergia aplicada às regiões .....                                    | 29 |
| 4.1   | Centros de pesquisa de emergia.....                                  | 29 |
| 4.2   | Exemplos de aplicação da emergia em regiões .....                    | 30 |
| 4.2.1 | Análise da crise mundial através da emergia .....                    | 31 |
| 4.2.2 | Avaliação emergética do Brasil e as suas regiões .....               | 33 |
| 4.2.3 | Avaliação emergética de três megacidades na China .....              | 34 |
| 4.2.4 | Avaliação emergética do Estado do <i>West Virginia</i> nos EUA. .... | 35 |
| 4.2.5 | Avaliação emergética dos EUA entre 1900 e 2011. ....                 | 36 |
| 4.2.6 | Análise emergética da União Europeia, de Itália e da Toscana .....   | 37 |
| 4.2.7 | Análise emergética da Suécia .....                                   | 37 |
| 4.2.8 | Análise emergética de Portugal.....                                  | 39 |
| 4.3   | Alternativas às análises emergéticas nas regiões.....                | 42 |
| 4.3.1 | Exergia .....  | 42 |
| 4.3.2 | Pegada ecológica.....  | 43 |
| 4.3.3 | Abordagem baseada na informação ecológica.....                       | 44 |
| 4.3.4 | Estruturas dissipativas aplicadas à avaliação das cidades.....       | 45 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.4   | Contabilização dos serviços humanos nas regiões .....                      | 46  |
| 4.5   | Referências para o cálculo dos fluxos de energia.....                      | 48  |
| 5.    | Caracterização das regiões em estudo .....                                 | 51  |
| 5.1   | Contexto geográfico.....   | 51  |
| 5.2   | Contexto energético .....  | 54  |
| 5.3   | Contexto social .....  | 57  |
| 5.4   | Contexto económico .....   | 58  |
| 5.4.1 | Comércio Internacional.....  | 61  |
| 5.4.2 | Peso do Estado na economia Portuguesa .....                                | 62  |
| 5.4.3 | Sistema de transportes de pessoas em Portugal .....                        | 66  |
| 6.    | Resultados da avaliação emergética das regiões em estudo.....              | 68  |
| 6.1   | Indicadores emergéticos de Portugal continental .....                      | 68  |
| 6.2   | Indicadores emergéticos da região do Vale do Ave .....                     | 74  |
| 6.3   | Indicadores emergéticos do concelho de Vila Nova de Famalicão .....        | 79  |
| 6.4   | Comparação dos indicadores emergéticos nas 3 regiões.....                  | 84  |
| 6.5   | Comparação dos resultados obtidos com outros estudos.....                  | 86  |
| 7.    | Conclusões.....  | 89  |
|       | Bibliografia.....  | 94  |
|       | Apêndice A – Transporte internacional de mercadorias no ano 2013.....      | 102 |
|       | Apêndice B – Cálculo dos fluxos emergéticos de Portugal continental.....   | 103 |
|       | Apêndice C – Itens emergéticos de Portugal continental .....               | 114 |
|       | Apêndice D – Cálculo dos fluxos emergéticos da região do Ave .....         | 115 |
|       | Apêndice E – Itens emergéticos do Vale do Ave .....                        | 120 |
|       | Apêndice F – Cálculo dos fluxos emergéticos de Vila Nova de Famalicão..... | 121 |
|       | Apêndice G – Itens emergéticos de Vila Nova de Famalicão .....             | 126 |
|       | Anexo A – Produção da indústria extrativa 2012/2013.....                   | 127 |
|       | Anexo B – Importação de substâncias minerais 2012/2013.....                | 129 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo C – Exportação de substâncias minerais 2012/2013.....                 | 130 |
| Anexo D – Estatísticas agrícolas .....                                      | 131 |
| Anexo E – Estatísticas do transporte internacional de mercadorias .....     | 135 |
| Anexo F – Estatísticas do comércio de internacional de bens e serviços..... | 138 |
| Anexo G – Transportes de passageiros na Europa .....                        | 139 |

## Índice de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 3.1 - Utilização sustentável da energia em função da população. Adaptação de Lei & Zhou (2011).                                  | 10  |
| Figura 3.2 - Utilização da energia em função do tempo. Adaptação de Lei & Zhou (2011).  | 11  |
| Figura 3.3 -Diagrama do circuito energético de uma exploração de gado numa tribo do Uganda (Brown, 2004).                               | 14  |
| Figura 3.4 -Diagrama dos fluxos de energia do sistema económico mundial. Adaptação de Campbell <i>et al.</i> (2014).                    | 15  |
| Figura 3.5 - Representação emergética de um sistema económico (Odum, 1996).   | 16  |
| Figura 3.6 - Diagrama dos fluxos de energia que percorrem uma região genérica. Adaptação de Campbell et al. (2014).                     | 188 |
| Figura 3.7 - Hierarquia das transformações de energia (Odum, 1988)  | 20  |
| Figura 3.8 - Representação emergética de uma central elétrica alimentada a lignite (Odum,1996).   | 23  |
| Figura 4.1 - Localização mundial dos centros de pesquisa de energia (Center for Environmental Policy, 2015)                             | 29  |
| Figura 4.2 - Diagrama dos fluxos de energia do sistema mundial (Brown & Ulgiati, 2011).   | 32  |
| Figura 4.3 - Energia renovável e energia não renovável consumida na Terra desde 1900 (Brown & Ulgiati, 2011).                           | 32  |
| Figura 4.4 - Comparação das variações do índice de preço no consumidor (CPI) e a EMR dos EUA entre 1900 e 2011 (Campbell et al., 2014). | 36  |
| Figura 4.5 - Complexidade das organizações em função do número de transformações energéticas (Campbell et al., 2005a).                  | 47  |
| Figura 4.6 - Rede de transformações energéticas. Adaptação de Odum (2000).  | 48  |
| Figura 5.1- Mapa das três regiões em estudo   | 52  |
| Figura 5.2 - Mix de produção de eletricidade em Portugal em 2013 (DGEG, 2015a).   | 55  |

|  |    |
|--|----|
| Figura 5.3 - Peso do setor dos serviços em Portugal nas diferentes regiões em 2013 (Gonçalves, 2014).....  | 59 |
| Figura 5.4 - Proporção de vendas e prestações de serviços para o mercado externo no volume de negócios das sociedades, segundo a localização da sede da sociedade, Portugal e NUTS III, 2013. .... | 62 |
| Figura 5.5 - Peso do emprego nas administrações públicas na população ativa para os países da OCDE (Duarte & Pinheiro, 2014). ....   | 64 |
| Figura 6.1 - Variação da razão de energia por moeda mundial entre 1970e 2006 (Brown & Ulgiati, 2011).....  | 70 |
| Figura 6.2 - Diagrama energético da economia de Portugal continental. ....   | 72 |
| Figura 6.3 - Balanço energético de Portugal continental. ....  | 73 |
| Figura 6.4 - Balanço energético de Portugal continental. ....  | 73 |

## Índice de tabelas

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 2.1 - Indicadores de desenvolvimento económico e social de cinco países .....                                 | 4   |
| Tabela 2.2 - População e área de cinco países diferentes em 2013. ....   | 5   |
| Tabela 2.3 - Índice de Desenvolvimento Humano de cinco países em 2013. ....  | 6   |
| Tabela 3.1 - Exemplos da simbologia usada em ESL. ....   | 13  |
| Tabela 3.2 - Parâmetros emergéticos. ....  | 177 |
| Tabela 3.3 - Representação de uma tabela de avaliação emergética. ....   | 26  |
| Tabela 3.4 - Matriz para avaliação emergética de uma região. ....  | 27  |
| Tabela 3.5 - Dados necessários para a análise emergética de uma região. ....   | 28  |
| Tabela 4.1 - Comparação dos indicadores emergéticos de diferentes Estados dos EUA (Campbell et al., 2005b). ....     | 35  |
| Tabela 4.2 - Dados emergéticos da Suécia relativos a 2002. ....  | 38  |
| Tabela 4.3 - Dados emergéticos de Portugal relativos a 2000. ....  | 39  |
| Tabela 4.4 - Fluxos de energia e transformidades da Terra .....  | 49  |
| Tabela 4.5 – Diferentes valores para o padrão do fluxo de energia mundial .....                                      | 50  |
| Tabela 5.1 - Distribuição das áreas agrícolas, floresta e dos efetivos bovinos. ....                                 | 53  |
| Tabela 5.2 - Produção bruta de eletricidade em 2013 .....  | 56  |
| Tabela 5.3 - Consumo de eletricidade por tipo de utilização, em GWh. ....  | 56  |
| Tabela 5.4 - Consumo de combustíveis na região do Ave e Vila Nova de Famalicão. ....                                 | 57  |
| Tabela 5.5 - Distribuição de mão-de-obra e rendimentos por tipos de empresas e qualificações (INE I.P., 2014a). .... | 58  |
| Tabela 5.6 – Volume de negócios das empresas das indústrias transformadoras (INE I.P., 2014a). ....                  | 60  |
| Tabela 5.7 - Comércio internacional declarado de mercadorias (INE, I.P., 2014a). ....                                | 61  |
| Tabela 5.8 - Empresas exportadoras por volume de negócios, 2013. ....  | 61  |
| Tabela 5.9 - Execução dos Orçamentos de Estado de 2013 e 2014. ....  | 63  |
| Tabela 5.10 - Emprego dos funcionários do setor público (Duarte & Pinheiro, 2014). ....                              | 65  |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 6.1 - Tabela emergética de Portugal continental em 2013.....  | 69 |
| Tabela 6.2 - Indicadores emergéticos de Portugal continental em 2013. ....   | 71 |
| Tabela 6.3 - Tabela emergética da região do Ave em 2013 .....  | 74 |
| Tabela 6.4 - Indicadores emergéticos da região do Ave em 2013.....   | 75 |
| Tabela 6.5 - Tabela emergética de Vila Nova de Famalicão em 2013.....  | 79 |
| Tabela 6.6 - Indicadores emergéticos de Vila Nova de Famalicão em 2013. ....   | 80 |
| Tabela 6.7 - Comparação dos indicadores emergéticos de Portugal continental, Região do Ave e Vila Nova de Famalicão..... | 84 |
| Tabela 6.8 - Comparação dos resultados das análises emergéticas para Portugal. ....                                      | 87 |
| Tabela 6.9 - Comparação dos resultados emergéticos da Região do Ave e Famalicão com outras regiões.....                  | 88 |

## Lista de abreviaturas

|        |  |
|--------|--|
| DGEG   | Direção-Geral de Energia e Geologia                                |
| EIA    | Energy Information Administration                                  |
| EIR    | Razão de investimento emergético                                   |
| ESI    | Índice de sustentabilidade emergético                              |
| ELR    | Razão de carga ambiental   |
| EMR    | Razão de energia por unidade monetária                             |
| EMV    | Esperança Média de Vida  |
| EER    | Razão da troca emergética  |
| ESL    | Linguagem para os sistemas de energia                              |
| EUA    | Estados Unidos da América  |
| EYR    | Razão de rendimento emergético                                     |
| FAO    | Organização para a Alimentação e Agricultura                       |
| IDH    | Índice de Desenvolvimento Humano                                   |
| IFIAS  | International Federation of Institutes for Advanced Study          |
| INE    | Instituto Nacional de Estatística                                  |
| ISAER  | International Society for the Advancement of Emergy Research       |
| GER    | Necessidade Energética Bruta                                       |
| NE     | Energia líquida  |
| NER    | Razão de energia líquida   |
| NUTS   | Nomenclatura Comum de Unidades Territoriais para fins Estatísticos |
| PIB    | Produto Interno Bruto  |
| PNUD   | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento                  |
| SNIAmb | Sistema Nacional de Informação de Ambiente                         |
| UE     | União Europeia   |
| UEV    | Valor unitário de energia  |
| UN/ONU | United Nations (Organização das Nações Unidas)                     |



## 1. Introdução

Quando, em 1983, a Comissão sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, criada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, e presidida por Gro Harlem Brundtland, à época Primeira Ministra da Noruega, iniciou o estudo sobre o desenvolvimento sustentável, a gestão dos recursos (finitos) assumiu protagonismo. Dessa Comissão, resultou em 1987 o documento *Our Common Future* (O Nosso Futuro Comum), também conhecido como relatório Brundtland, que define desenvolvimento sustentável como sendo “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987). Nas conclusões desse documento surgiram uma série de recomendações, das quais se destacam: limitar o crescimento populacional, preservar a biodiversidade e os ecossistemas, garantir os recursos e necessidades básicas para todos (água, alimentos, energia, cuidados de saúde, educação e habitação) e o fim das guerras. Passadas três décadas, os objetivos não foram integralmente alcançados. A população mundial aumentou de 5 mil milhões em 1987, para 7,23 mil milhões em meados de 2013 (UN, 2013a). A percentagem de pessoas em pobreza extrema (com menos de 1,25 dólares por dia) diminuiu para menos de metade, sendo, no entanto, o seu atual valor impressionante - 1,2 mil milhões (Haub & Toshiko, 2014). Ainda persistem muitas assimetrias na repartição da riqueza disponível ou criada pela humanidade.

Neste contexto de globalização, com o aumento da população, os desafios para a gestão racional dos recursos existentes aumentam. Nesse sentido, podem-se usar indicadores de desenvolvimento sustentável, como os ambientais, os económicos, os sociais ou os institucionais, que auxiliem as decisões políticas. No entanto, os indicadores usados podem ter diversas interpretações consoante a ciência que os trate. Surge, portanto, a necessidade de integrar e relacionar indicadores de origens diferentes que participam no funcionamento de um sistema. Uma solução é transformá-los todos para uma base comum.

Considerando, como exemplo, a queima do tronco de uma árvore, a energia manifesta-se através da produção de calor e de luz. Através da primeira lei da termodinâmica, a energia é uma propriedade não destrutível, mas que se transforma durante um processo. Se num sistema atuarem energias com origens e unidades diferentes, de que forma elas se podem relacionar, medindo as implicações ambientais e de sustentabilidade dos recursos disponíveis?

Assim aparece o conceito de emergia. Emergia, neste caso, é uma medida de toda a energia que foi necessária (degradada durante diversas transformações) para conceber o tronco da árvore (Odum, 1996). Esta nova ideia, preconizada por Howard Thomas Odum, será usada neste documento para realizar a avaliação emergética do município de Vila Nova de Famalicão, o qual pertence à região do Vale do Ave. Além de Howard T. Odum, são referenciados nesta dissertação, entre outros, os seus discípulos Daniel Campbell, David Tilley, Enrique Ortega, Mark Brown e Sérgio Ulgiati.

Para alcançar o objetivo principal desta dissertação, de aplicar a avaliação emergética ao município de Vila Nova de Famalicão, são determinados os indicadores emergéticos, de 2013, desta região e dos territórios envolventes, região do Ave e Portugal continental, de forma a avaliar a inter-relação dos recursos energéticos, ambientais e económicos dos sistemas e, consequentemente, a sua sustentabilidade.

Assim, apresenta-se um enquadramento teórico da problemática da gestão e repartição dos recursos disponíveis, e da sua sustentabilidade, onde se apresentam as realidades de cinco regiões distintas. Por razões de disponibilidade e confiabilidade dos dados recolhidos, foram escolhidos cinco países com realidades, culturas, políticas e sociedades diferentes. Esta escolha também permite obter uma visão de um problema global que pode, com as devidas adaptações, ser enquadrado numa perspetiva local.

De seguida descreve-se a emergia através de uma resenha histórica da sua conceção e a sua ligação com a termodinâmica. São expostos os conceitos básicos, que permitem compreender a sua aplicação na avaliação emergética de regiões.

Para fundamentar este trabalho, referem-se, como exemplos, alguns documentos de referência que permitem perceber de que forma a sociedade encara a aplicação da emergia no estudo de regiões e qual o estado da arte atual. Observa-se que as características intrínsecas das regiões, como a densidade populacional, a existência de recursos naturais, as infraestruturas ou as qualificações das pessoas, influenciaram os resultados dos indicadores emergéticos.

As realidades de Portugal continental, do Vale do Ave e do município de Vila Nova de Famalicão são caracterizadas, neste trabalho, através de dados que permitem concretizar a avaliação emergética destas regiões. Estes dados, porquanto condicionam a exatidão do cálculo dos indicadores emergéticos, são fundamentais, mas dependeram da quantidade e qualidade das fontes disponíveis.

## **2. Enquadramento teórico**

### **2.1 Gestão ambiental**

O crescimento populacional mundial e a consequente necessidade de recursos tornam premente uma melhor gestão política dos sistemas ambientais, pois é da natureza que se obtém todos os bens que possibilitam a nossa subsistência.

Após as crises energéticas de 1973 e 1979, as Nações Unidas, através da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, decidiu criar um grupo de trabalho, liderado pela primeira ministra da Noruega de então, Gro Harlem Brundtland, que em 1987 apresenta o relatório “O Nosso Futuro Comum”, onde constam algumas conclusões inquietantes. Este relatório enfatiza as alterações climáticas como um problema causado pelo homem, sem que este, com o desenvolvimento tecnológico, possa travar as graves consequências para o meio ambiente e para a subsistência do ser humano. O relatório sugere também algumas recomendações, como o controlo do crescimento populacional, a preservação da biodiversidade, a garantia de bens essenciais para toda a população, o aumento da industrialização nos países menos desenvolvidos, usando tecnologias adequadas ecologicamente, a diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de tecnologias que fomentem as energias renováveis (Brundtland, 1987). Tais recomendações impeliam para um comportamento ecologicamente sustentável. No entanto, estas medidas, para serem implementadas, necessitavam de uma real vontade política global, através da cooperação entre os diferentes países, da promoção da educação ambiental e social e da criação de legislação de proteção ambiental. Neste momento continuam realçadas as assimetrias entre os países desenvolvidos e os outros.

### **2.2 Desenvolvimento e sustentabilidade**

Para avaliar o desenvolvimento das diferentes regiões, as entidades oficiais utilizam sobretudo indicadores de natureza económica ou social. Nos indicadores económicos destacam-se o Produto Interno Bruto (PIB) e o Produto Nacional Bruto (PNB). Nos de natureza social encontram-se, entre outros, a esperança média de vida (EMV), a taxa de mortalidade infantil e a taxa de analfabetismo.

O Banco Mundial, no relatório anual de 2014, sobre os indicadores mundiais de desenvolvimento, revela mais alguns, dos quais se destaca um sobre a garantia de

sustentabilidade ambiental, descrito na meta sete da Declaração do Milénio (The World Bank, 2014), que faz a análise do desenvolvimento mundial desprezando a origem e a história dos dados. Um exemplo é o propósito de aumentar a área coberta com floresta, sem distinguir as espécies que compõem estas áreas. Por exemplo, o tempo de crescimento de um eucalipto, distinto do tempo de crescimento de um sobreiro, e as suas implicações futuras, não são considerados neste estudo. De que forma se pode medir, adequadamente, a riqueza criada (ou destruída) com este tipo de avaliação de sustentabilidade ambiental?

Outro exemplo são as taxas de pobreza que o relatório acentua que têm vindo a diminuir. Como parâmetro adotado para determinar esta taxa, usa-se a quantia de 1,25 dólares por dia como limiar de pobreza (The World Bank, 2014). Tal valor despreza que, nas diferentes regiões, os bens básicos de subsistência, como a água, têm existências desiguais, taxas cambiais com flutuações anuais, por vezes, superiores a cinquenta por cento, e níveis de serviços diferentes. De que servirá a um ser humano estar no meio do deserto com milhares de dólares numa mala, sem água e nenhum contacto com a civilização?

### 2.3 Indicadores de desenvolvimento económico e social

Como referido anteriormente, o PIB e a EMV são os indicadores mais usados para a caracterização do desenvolvimento económico e social, respetivamente. Na tabela 2.1 mostra-se os valores destes indicadores, referentes a cinco países diferentes, acrescentando-se ainda os dados de produção de petróleo em 2013. Exceto Angola, com uma significativa comunidade emigrante portuguesa, serão apresentados estudos de análises energéticas dos restantes países na secção 4.2 desta dissertação.

Tabela 2.1 - Indicadores de desenvolvimento económico e social de cinco países

| País     | PIB<br>(M\$)<br>(UN, 2013b) | EMV<br>(anos)<br>(UN, 2013a) | PIB <i>per capita</i><br>(\$/pessoa)<br>(UN, 2013b) | Produção diária de<br>barris de petróleo <sup>1</sup><br>(EIA, 2014) | Litros de petróleo por<br>pessoa por dia<br>(EIA, 2014)(UN, 2013a) |
|----------|-----------------------------|------------------------------|---|--|--|
| Angola   | 121.692                     | 51,7                         | 5668  | 1,8 M  | 13,33  |
| China    | 9.181.203                   | 75,2                         | 6626  | 4,3 M  | 0,50   |
| EUA      | 16.768.050                  | 78,9                         | 52392   | 10,0 M   | 4,97   |
| Portugal | 227.323                     | 79,8                         | 21429   | 0  | 0  |
| Suécia   | 579.679                     | 81,7                         | 60566   | 0  | 0  |

<sup>1</sup> Um barril de petróleo equivale a 159 litros.

Nota-se que, apesar da existência de petróleo em Angola, o PIB *per capita* é cerca de 11 vezes inferior ao da Suécia. A existência de um recurso natural como o petróleo, importante fonte de energia, não é, por si só, garantia de prosperidade. Além disso, apesar de beneficiar a atividade económica e o aumento do PIB, a exploração desordenada do petróleo, contribui, igualmente, para o esgotamento de recursos globais naturais, embora não exista aqui nenhuma contabilização dos danos causados. O PIB não reflete a delapidação dos recursos naturais coletivos do planeta (Damásio & Mah, 2011).

Na tabela 2.2, os dados demográficos das regiões apresentadas anteriormente (UN, 2013a) revelam que não é a densidade populacional que justifica os resultados económicos. Angola e Suécia têm densidades semelhantes e valores de PIB diferentes. Mesmo com uma densidade superior aos dois exemplos anteriores, os Estados Unidos da América (EUA) são, em valores absolutos, a maior economia mundial. A República Popular da China, apesar de possuir uma população e uma densidade populacional muito superior a qualquer dos países escolhidos, tem um PIB *per capita* ligeiramente superior a Angola, que apresenta a menor densidade populacional entre os 5 países.

Tabela 2.2 - População e área de cinco países diferentes em 2013.

| País     | População<br>(Milhões de habitantes) | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | Densidade populacional<br>(hab/km <sup>2</sup> ) |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|--|
| Angola   | 21,5                                 | 1.246.700                  | 17,2   |
| China    | 1.385,6                              | 9.596.961                  | 144,4  |
| EUA      | 320,1                                | 9.857.306                  | 32,5   |
| Portugal | 10,6                                 | 92.212                     | 115,0  |
| Suécia   | 9,6                                  | 438.475                    | 21,8   |

Embora o PIB tenha a limitação de ser apenas um indicador económico, que não avalia a sustentabilidade das regiões, é um parâmetro importante que, integrado com outros, proporciona dados que podem ser usados na construção de indicadores mais abrangentes. Um desses casos é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que utiliza o PIB *per capita*, convertido em paridade com o poder de compra, para eliminar as diferenças de preços nacionais, agregado à EMV e aos níveis educacionais da população. Este índice tem um valor compreendido entre 0 e 1, sendo que 1 representa o nível de desenvolvimento superior.

No relatório elaborado em 2014 para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), as regiões caracterizadas anteriormente estavam classificadas, em 2013, usando o IDH, num grupo de 187 países, conforme a tabela 2.3 (Malik, 2014).

Tabela 2.3 - Índice de Desenvolvimento Humano de cinco países em 2013.

| País     | IDH   | Posição mundial | Grau de Desenvolvimento |
|----------|-------|-----------------|-------------------------|
| Angola   | 0,526 | 149             | Baixo                   |
| China    | 0,719 | 91              | Elevado                 |
| EUA      | 0,914 | 5               | Muito elevado           |
| Portugal | 0,822 | 41              | Elevado                 |
| Suécia   | 0,898 | 12              | Muito elevado           |

Certamente que uma população instruída é mais capaz de responder às alterações dos ecossistemas, desde que estes não entrem num processo de rutura irreversível. Os valores do IDH demonstram o grau de desenvolvimento social de uma determinada população, mas não garantem a sua sustentabilidade, porquanto inserida numa determinada região, depende diretamente dos recursos que dela pode obter. Aliás, observa-se que da definição de desenvolvimento sustentável, do relatório Bruntland, para as gerações presentes garantirem às futuras as mesmas condições de suprirem as suas necessidades, deve-se promover o desenvolvimento económico, a justiça social e a responsabilidade ecológica. Alguns autores ainda acrescentam a cultura como o quarto pilar do desenvolvimento sustentável (Hawkes, 2001).

Apesar das vontades políticas, as referências ilustradas anteriormente revelam algumas debilidades da avaliação realizada pelas entidades oficiais sobre o desenvolvimento sustentável e a exploração dos recursos naturais, porque avaliam os recursos individualmente, enfatizando a componente económica presente, e menosprezando a componente ecológica futura.

### 3. Emergia

#### 3.1 Cronologia do princípio da emergia

No artigo intitulado “*Potatoes Made of Oil: Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology*” (Madison, 1997) existe uma citação que justifica o estudo iniciado por dois irmãos sobre desenvolvimento sustentável:

*“Isto é um triste embuste, pois o homem industrial já não come batatas feitas a partir de energia solar; agora come batatas feitas parcialmente de petróleo.”*

(tradução de H. T. Odum. *Environment, Power and Society*, 1970, *apud* Madison, 1997)

Eugene Pleasants Odum e Howard Thomas Odum escreveram em 1953 o livro “*Fundamentals of Ecology*”, sendo o primeiro livro a organizar o conceito de ecossistema e em que se encontra um capítulo, escrito por Howard, sobre *Energy Systems Language* (ESL).

Consequentemente, o mais novo dos irmãos, Howard, começa a relacionar a ecologia e a engenharia através de diagramas de fluxos de energia, reconhecendo os princípios sobre as qualidades da energia, através de investigações e simulações de ecossistemas humanos e da natureza onde as energias se apresentam de diferentes formas e escalas (Lei et al., 2012).

Em 1959 faz a primeira apresentação sobre a analogia entre ecossistemas e os sistemas elétricos. Em 1960 acrescentou mais símbolos para a representação dos fluxos de energia do ciclo do carbono que percorriam o sistema. No entanto, esta semelhança foi menosprezada pelos seus pares (Madison, 1997).

Nos anos 70 do século XX, o indicador mais usado para o desempenho energético dos sistemas era a eficiência energética que considerava as preocupações com as perdas energéticas e a primeira e a segunda leis da termodinâmica (Brown et al., 2011). Outro indicador proposto foi o Necessidade Energética Bruta - *Gross Energy Requirement* (GER) - que é definido pela *International Federation of Institutes for Advanced Study* (IFIAS) como “a quantidade da fonte de energia que é capturada para o processo de realização de um bem ou serviço...” (Wilting, 1996).

Estes dois indicadores usam a exergia, que é a energia disponível (potencial útil) para ser usada nos processos, ignorando a parte de energia renovável.

Em 1971, Odum lança o livro *“Environment, Power and Society”*, que ganha notoriedade em 1973 com a primeira crise petrolífera dos anos 70 do século passado, porque nele revelava a dependência da sociedade em energia obtida de fontes não renováveis e, por isso, não sustentáveis. Posteriormente, em 1976 e 1983, apresentou os livros *“Energy Basis for Man and Nature”* e *“Systems Ecology: An Introduction”*, respetivamente, revelando diagramas de energia aplicados a agroecossistemas.

No início da década de oitenta do século XX, começa a introduzir-se o conceito de *Embodied Energy* (energia incorporada) que posteriormente será apelidada de Emergia.

Howard foi agraciado com o *Crafoord Prize da Royal Swedish Academy of Sciences*, em 1987, pelo seu contributo na ecologia e nas ciências do ambiente.

Porém, é, em 1996, através do livro *“Environmental Accounting: Emergy and Environmental Policy Making”* que a emergia surge como ferramenta de aplicação universal para avaliação de sistemas.

### **3.2 Conceito de emergia**

A emergia está intrinsecamente ligada à energia incorporada ou memória energética de um produto ou serviço.

Para a criação de qualquer produto ou serviço, na sua génese, deve ser considerado o trabalho realizado pelas fontes energéticas naturais (energia solar, energia das marés e energia potencial gravítica). A emergia permite medir a energia que é degradada num processo sucessivo de transformações.

Segundo Odum, “emergia é a energia disponível de um determinado tipo e que é usada, direta e indiretamente, para a concretização de um produto ou serviço”. O mesmo autor refere que um determinado tipo de energia não é equivalente, na sua capacidade de realizar trabalho, a outro tipo de energia (Odum, 1996), ou seja, 1 joule de energia solar tem características diferentes de 1 joule de energia elétrica. Este conceito é diferente do de exergia, que determina a energia potencial máxima útil que pode ser usada numa transformação energética, porquanto a emergia releva a origem da energia.

No entanto, existe uma relação entre emergia e exergia, pois o conceito termodinâmico de emergia observa a trajetória ou a memória energética dos recursos transformados e utilizados num determinado sistema, sendo que emergia corresponde à soma da energia potencial (exergia) usada para a produção de algo (Ortega, 2011).



### **3.3 Emergia solar**

Um recurso é qualquer entidade física ou virtual com disponibilidade limitada que deve ser consumida para a obtenção de um benefício. A sustentabilidade para o futuro depende da capacidade ambiental de regeneração dos recursos.

Porque a energia solar é, em última instância, a base de todos os sistemas naturais, Odum propôs que a energia incorporada (memória energética) de todos os fluxos fosse quantificada numa base comum equivalente à energia solar (Lei et al., 2012).

A emergia solar pode ser usada como parâmetro de ponderação dos recursos naturais que a economia não considera adequadamente (como a chuva, matérias primas da natureza, água dos rios, biodiversidade, ...) e dos bens e serviços da economia industrial resultantes da utilização de combustíveis fósseis e dos seus derivados. Desta forma, a emergia solar inclui diversos fatores que a economia trata como externalidades (Lei & Zhou, 2011).

Verificando-se que a emergia considera as qualidades energéticas que constituem um sistema, Odum propôs o joule de emergia solar (seJ) como unidade de emergia e definiu emergia solar como a energia solar disponível usada para produzir um produto ou um serviço (Odum, 1996).

A emergia permite colocar todos os fluxos na mesma unidade (joule de emergia solar) e, por intermédio de indicadores emergéticos, comparar as diferentes alternativas na gestão dos recursos. É uma ferramenta que complementa as avaliações custo-benefício convencionais para facilitar o processo de tomada de decisão (Ortega, 2011).

Os vários teóricos que estudaram a maximização energética dos sistemas ignoravam as diferentes qualidades da energia. O trabalho do ser humano não era diferenciado do trabalho realizado por uma folha de uma árvore. Contudo, do ponto de vista da cadeia ecológica, a emergia ajuda-nos a reformular a definição de trabalho e a distinguir as quantificações dos tipos de energia.

A avaliação de sistemas através de emergia solar fornece uma nova forma de contabilidade, mais precisa, que permite valorizar o trabalho da natureza, o trabalho humano e os rendimentos das trocas comerciais, porque revela qual a contrapartida para as pessoas, de uma determinada região, na exploração dos seus recursos naturais (Odum, 1988).

### 3.4 Relação entre sustentabilidade e energia

A prosperidade económica não está apenas dependente da contribuição de bens e serviços avaliados em dinheiro mas também de fontes do meio ambiente que os mercados, orientados para avaliações financeiras, têm dificuldade em avaliar de forma adequada e justa (Yang et al., 2009).

A nova interpretação de sustentabilidade é aquela que sugere que o bem-estar da sociedade é maximizado através da minimização dos impactos ambientais.

Todas as decisões são ambientais. Todas as ações do ser humano ocorrem dentro do ecossistema e da biosfera, e cada ação exige recursos e gera resíduos. Os recursos que abastecem a economia, para aumentar o consumo humano, geralmente são do tipo não renovável e geram alto impacto ambiental. É necessária a conservação e o uso ecológico dos recursos naturais para garantir a resiliência do ecossistema para que ele tenha espaço suficiente para continuar a realizar as suas funções biológicas, geológicas e químicas (Ortega, 2011).

A energia é necessária em todos os processos num ecossistema e o consumo de recursos pode ser descrito usando o gráfico da figura 3.1, que mostra as relações entre a energia consumida *per capita*, a variação da população e a sustentabilidade do sistema. Para indicar o verdadeiro padrão de vida, o indicador da energia usada por pessoa é mais efetivo do que o combustível usado por pessoa, pois o primeiro contabiliza as diferentes qualidades energéticas de entrada e integra os recursos renováveis e os não renováveis (Yang et al., 2009).

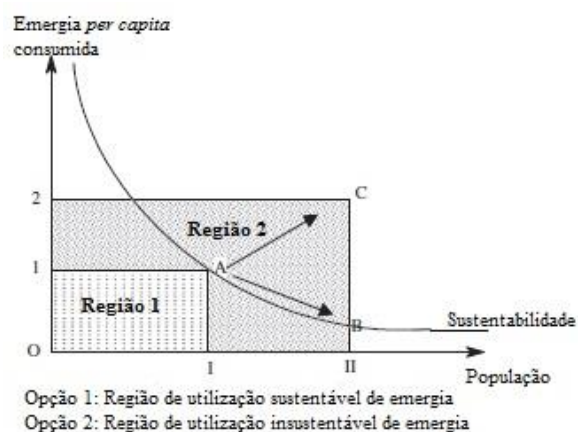


Figura 3.1 - Utilização sustentável da energia em função da população. Adaptação de Lei & Zhou (2011).

A região 1 representa um uso sustentável dos recursos, enquanto a região 2 revela que os recursos renováveis são insuficientes para abastecer a economia, pelo que o défice

deve ser esbatido com os recursos não renováveis que não estarão, depois de consumidos, disponíveis para as gerações vindouras, tornando esta estratégia de consumo insustentável. Assim, se a economia de um país ou cidade estiver no limiar da sustentabilidade (ponto A), perante o aumento da população, para manter a sustentabilidade, deve diminuir a razão energia por pessoa (ponto B) ou compromete a sustentabilidade se aumentar esse rácio (ponto C).

A sustentabilidade é garantida com a capacidade de regeneração dos recursos que provêm da natureza e estes recursos devem ser consumidos equitativamente por todos os seres humanos. A biosfera é percorrida por fluxos de energia renovável sob a forma de luz solar, desníveis das marés e calor interno da Terra. Dado que a disponibilidade dos recursos é limitada, um crescimento da população diminui a quantidade de energia disponível para cada pessoa.

A qualquer definição de sustentabilidade deve associar-se o fator tempo. A sustentabilidade num determinado período de tempo pode não garantir a sustentabilidade num período mais prolongado. A figura 3.2 ilustra o comportamento da economia considerando a energia consumida *per capita* em função do tempo. A primeira fase de crescimento usa de forma intensiva os recursos não renováveis, diminuindo a energia disponível com o tempo e implicando um ajuste e um enfraquecimento económico que permite garantir uma maior sustentabilidade (Lei & Zhou, 2011).

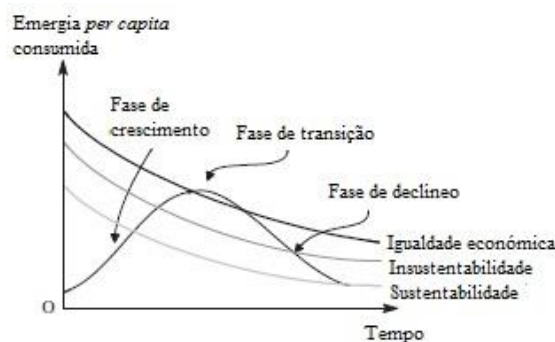


Figura 3.2 - Utilização da energia em função do tempo. Adaptação de Lei & Zhou (2011).

### 3.5 A energia e as leis da termodinâmica

São consensuais três leis na termodinâmica. A primeira lei, ou a lei da conservação da energia, refere que a energia é uma propriedade termodinâmica que não se destrói mas que se transforma. A segunda lei assinala que, num sistema isolado, a entropia, num processo irreversível, nunca diminui. A terceira lei diz-nos, através do teorema de Nernst, que a entropia de todos os corpos tende para zero quando a temperatura tende para o zero absoluto.

No entanto, Odum advoga a existência de mais três leis. Esta hipótese, aliás, é uma das críticas apontadas por muitos dos adversários da teoria da emergia (Tilley, 2004).

Na suposta quarta lei da termodinâmica, Odum apoia-se em Lotka, que escreveu sobre sistemas energéticos, e na teoria da seleção natural de Charles Darwin (Tilley, 2004). Esta lei refere que os sistemas energéticos que prevalecem são os que maximizam a potência ou fluxo de energia útil (Odum, 1996). Este é o critério essencial nos processos de seleção natural (Tilley, 2004).

A quinta lei menciona que “o fluxo de energia no universo está organizado numa hierarquia de transformações energéticas. A posição hierárquica da energia é medida através das transformidades” (Odum, 1996). Esta lei pressupõe três princípios: nenhum processo tem uma eficiência de 100% (segunda lei da termodinâmica), logo a energia disponível dos produtos das reações energéticas será menor do que a soma dos reagentes dessa transformação; a maximização do fluxo de energia é realizada com reações de abundantes formas de energia com outras, de menores quantidades, mas com elevada capacidade de amplificação; e, os produtos resultantes de processos em sistemas autossustentáveis devem possuir capacidade potencial para amplificar o fluxo de entrada de quantidade de energia, de forma a justificar a realização dos produtos (Tilley, 2004).

A sexta lei associa os ciclos geoquímicos com as hierarquias das transformações energéticas (Brown et al., 2000). Odum apresentou esta eventual lei na primeira reunião internacional dedicada à emergia, sendo que o próprio a considera uma extensão da lei anterior, e portanto, capaz de ser apenas o corolário da quinta lei. Este propôs que os ciclos de materiais são organizados hierarquicamente num processo avaliado através da emergia por massa que determina os fluxos de massa, concentrações, processos de produção e frequência de reciclagem pulsada (Brown et al., 2000). Também esta teoria tem muitos críticos que referem a “impossibilidade da reciclagem contínua de matéria, pois todo o processo de transformação é um processo entrópico, que, no limite, acaba gerando resíduos num espaço finito, como a Terra” (Sinisgalli, 2006).

### **3.6 Potência emergética**

O fluxo de energia (ou energia por unidade de tempo) define-se como potência. Usando a mesma terminologia, ao fluxo de emergia atribuiu-se o nome de potência emergética (*empower*), que corresponde à emergia por unidade de tempo. Neste documento utiliza-se a expressão fluxo de emergia em vez de potência emergética ou do termo anglo-


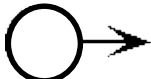
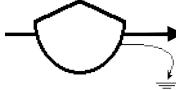
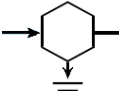

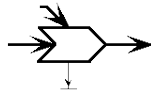
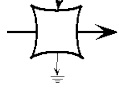
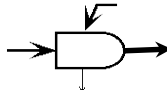
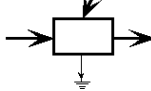
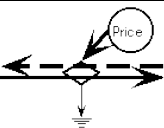
saxónico *empower*, porque a própria expressão designa o que se pretende transmitir e evita o uso desnecessário de termos que ainda não estão instituídos na língua portuguesa.

Usualmente, na avaliação emergética de regiões, são considerados fluxos de energia anuais, devido à quantificação das unidades monetárias envolvidas nas transações comerciais e descritas no PIB da região.

### 3.7 Simbologia

A simbologia utilizada para os sistemas percorridos por fluxos de energia ou emergência é a ESL. Na tabela 3.1 estão representados alguns dos símbolos mais usuais nesta linguagem.

Tabela 3.1 - Exemplos da simbologia usada em ESL.

| Símbolo   | Descrição  |
|---|--|
|    | <b>Caminho energético:</b><br>Fluxo de energia ou materiais.   |
|   | <b>Fonte de energia:</b><br>Energia existente nos recursos usados pelo ecossistema, como o sol, o vento, a chuva ou as marés.  |
|  | <b>Depósito:</b><br>É o local onde se armazena um recurso, como a água ou solo.  |
|  | <b>Consumidor:</b><br>Unidade consumidora que transforma e armazena energia.   |
|  | <b>Sumidouro:</b><br>Perda de energia potencial que não pode ser recuperada. Por exemplo, o calor.   |
|  | <b>Interação:</b><br>Processo que mistura dois tipos de energia para produzir um recurso diferente.  |
|  | <b>Interruptor:</b><br>Dispositivo que espoleta um processo que estava inativo. Cria um processo impulsivo como um incêndio ou uma inundação.                                      |
|  | <b>Produtor:</b><br>Unidade que recolhe e transforma energia de baixa qualidade através do controlo de interações de fluxos de energia de elevada qualidade.                       |
|  | <b>Caixa:</b><br>Símbolo para definir os limites de um sistema ou de um subsistema.  |
|  | <b>Transação:</b><br>Unidade que indica uma venda de bens ou serviços (linha contínua) em troca de um pagamento em dinheiro (linha descontinua). O preço surge como fonte externa. |

### 3.8 Diagramas de energia

Como referido anteriormente, Odum iniciou o estudo da ESL nos anos cinquenta do século passado. Este tipo de representação de diagramas de energia proporciona uma visão dos fluxos de energia que percorrem um determinado sistema e sintetiza as sucessivas transformações que o compõe.

Na figura 3.3 está representado o diagrama de uma exploração de gado no Uganda realizado por Odum em 1967 (Brown, 2004). Este diagrama foi o começo da utilização dos símbolos apresentados anteriormente e revolucionou a representação dos sistemas de energia num plano ecológico.

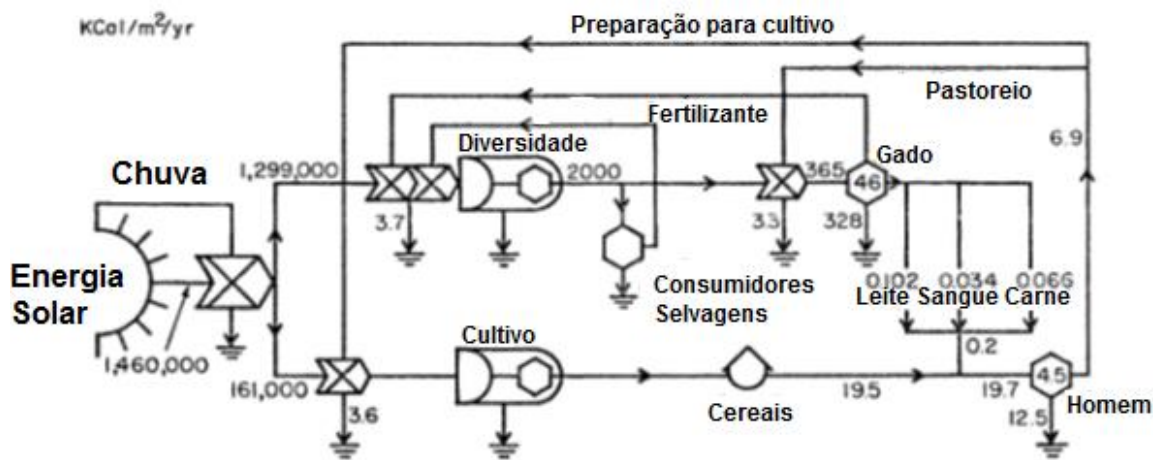


Figura 3.3 -Diagrama do circuito energético de uma exploração de gado numa tribo do Uganda (Brown, 2004).

Entretanto, as representações de sistemas de energia evoluíram e foram usadas nas mais diversas áreas, nomeadamente na representação de sistemas económicos e sociais. Relacionado com este estudo, apresenta-se na figura 3.4 um diagrama proposto por Campbell *et al.* (2014) para representação do sistema económico mundial, onde se observam todas as trocas energéticas e comerciais. Este diagrama revela os vários fluxos de energia que percorrem o sistema, com qualidades e origens diversas, assim como o dinheiro, preponderante nas trocas comerciais.

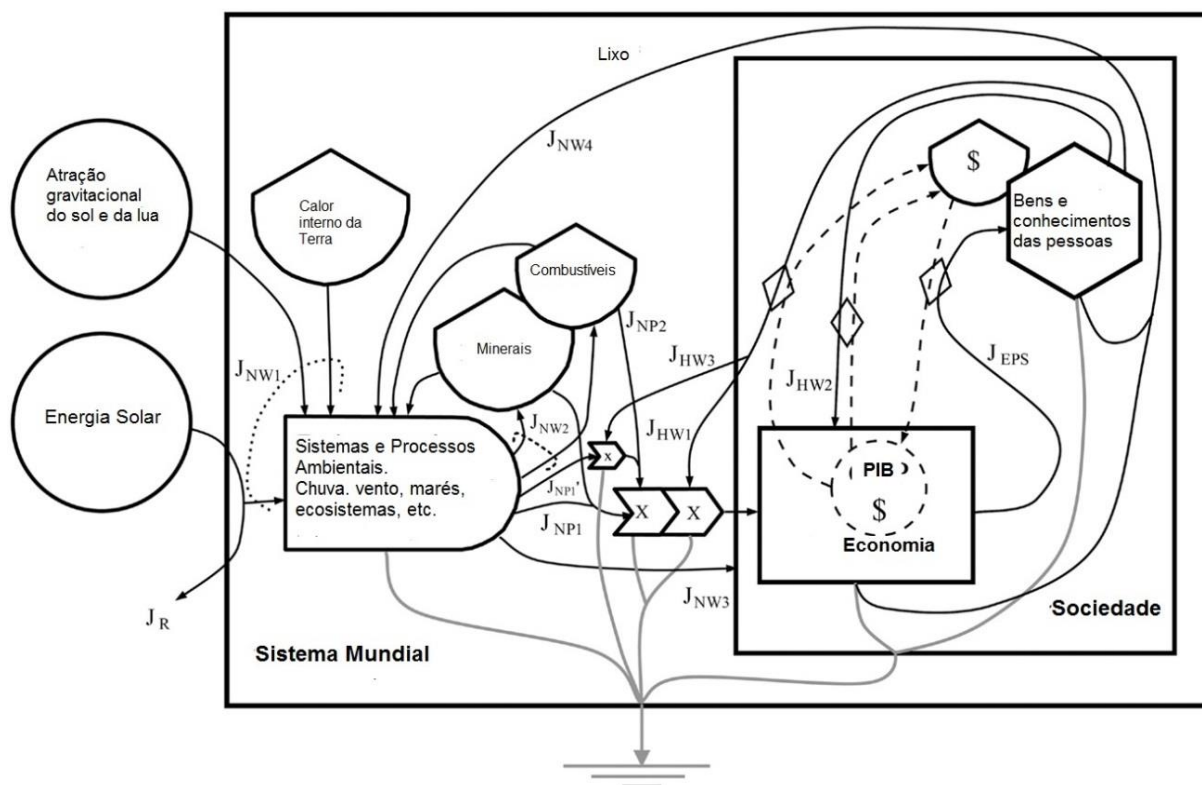


Figura 3.4 -Diagrama dos fluxos de energia do sistema económico mundial. Adaptação de Campbell *et al.* (2014).

Segundo Odum (1988), a energia não é uma medida de valor, capaz de considerar todos os constituintes de um sistema, especialmente quando o processo é mais elaborado, como os serviços humanos e a informação, com pequenas quantidades de energia, enquanto a energia quantifica e qualifica todas as contribuições envolvidas no processo. Daí estar na legenda da figura “emergia” em vez de “energia”, porquanto será necessário colocar todos os fluxos na mesma grandeza e, por conseguinte, na mesma unidade.

Os sistemas dos fluxos de energia típicos são representados por percursos energéticos com processos de transformação, em que, sendo a maioria da energia disponível degradada e dispersa, geram uma parte de outra forma de energia, que neste documento será definida como de maior qualidade, porque requer mais recursos para se manter. As unidades de consumo que reentram no sistema são importantes porque garantem que os sistemas intensificam o retorno de materiais, serviços e informação (Odum, 1988).

Na figura 3.5 apresenta-se uma representação emergética de um sistema económico. Neste sistema, o fluxo de energia local é composto por dois tipos de recursos: os recursos renováveis (R) e os recursos endógenos não renováveis (N). Os primeiros são alheios aos mercados e com difícil quantificação monetária, como a luz solar, o vento, as marés e a chuva, mas são imprescindíveis para o desenvolvimento económico das regiões. Os recursos

endógenos não renováveis consistem na exploração florestal, agrícola ou piscícola (Jiang et al., 2007) e na extração de combustíveis, metais e minerais.

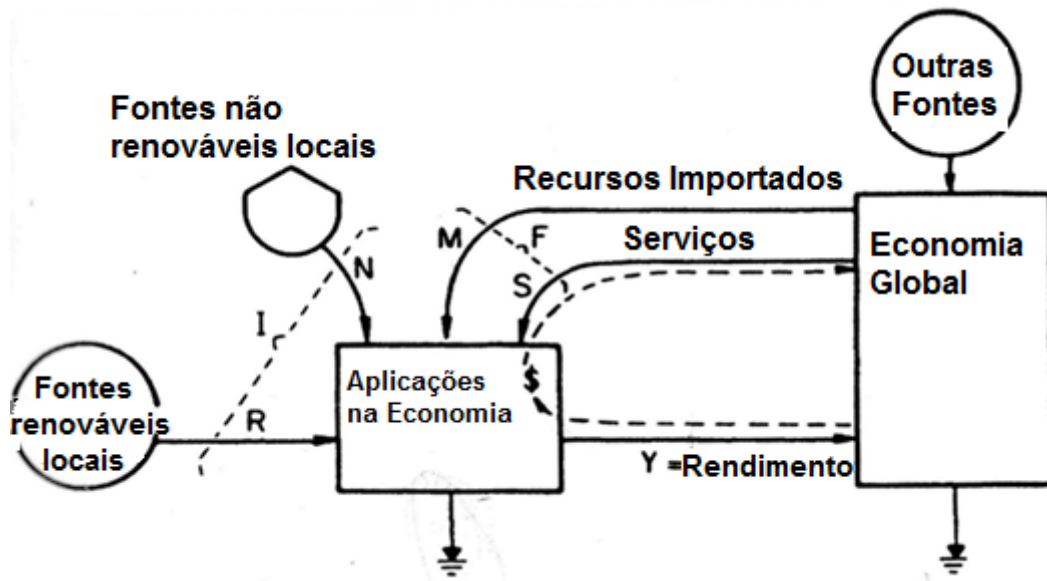


Figura 3.5 - Representação energética de um sistema económico (Odum, 1996).

### 3.9 Parâmetros usados nos balanços de energia

Na tabela 3.2 são apresentados os fluxos de entrada e de saída de energia, cujos significados são apresentados e que posteriormente serão quantificados.

De notar que o turismo estrangeiro é contabilizado como serviços exportados, considerando que todos os serviços associados ao turismo internacional são consumidos por consumidores estrangeiros, apesar do seu comportamento de consumo se verificar dentro da região analisada (Jiang et al., 2007).



Tabela 3.2 - Parâmetros emergéticos.

| Parâmetro             | Nome da variável   | Descrição   |
|-----------------------|--|---|
| <b>R</b>              | Fluxo total de energia renovável                           | Totalidade dos fluxos renováveis (solar, eólico, chuva, gravitacional, marés, ondas e geotérmico)                                     |
| <b>N</b>              | Fluxo total de energia não renovável                       | Somatório das extrações dos recursos endógenos não renováveis   |
| <b>N<sub>0</sub></b>  | Fluxo de energia não renovável dispersa                    | Somatório das extrações de recursos florestais, piscícolas, solo e água   |
| <b>N<sub>1</sub></b>  | Fluxo de energia não renovável concentrada                 | Somatório da produção de combustíveis, metais e minerais consumidos localmente.   |
| <b>N<sub>2</sub></b>  | Fluxo de energia não renovável exportada sem transformação | Somatório das exportações de matérias-primas de combustíveis, metais e minerais.  |
| <b>F</b>              | Importação de combustíveis, metais e minerais.             | Somatório das importações de combustíveis, metais e minerais.   |
| <b>G</b>              | Importação de bens e de eletricidade                       | Somatório das importações de bens   |
| <b>I</b>              | Custo (em dólares) das importações                         | Serviços incluídos no processo de importação  |
| <b>P<sub>2</sub></b>  | EMR mundial  | Quociente entre a energia global utilizada e o PIB mundial  |
| <b>P<sub>2</sub>I</b> | Energia dos serviços importados                            | Produto de P <sub>2</sub> e I   |
| <b>E</b>              | Créditos (em dólares) recebidos pelas exportações          | Serviços recebidos em troca nas exportações   |
| <b>P<sub>1</sub></b>  | EMR regional   | Quociente entre a energia regional utilizada e o PIB regional   |
| <b>P<sub>1</sub>E</b> | Energia dos serviços exportados                            | Produto de P <sub>1</sub> e E   |
| <b>B</b>              | Exportação de produtos transformados na região             | Somatório das exportações de produtos transformados na região   |
| <b>PIB</b>            | Produto Interno Bruto                                      | Somatório, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, normalmente, durante um ano. |

A figura 3.6 ilustra o diagrama dos fluxos de energia de uma região genérica que será usado para estudar os fluxos de energia e realizar o balanço emergético das regiões alvo deste estudo. Estes fluxos de energia permitem mostrar como o consumo de energia e o uso de energia contribuem para a riqueza do país, e quais as correlações dos diferentes fluxos das atividades económicas (Campbell et al., 2014).

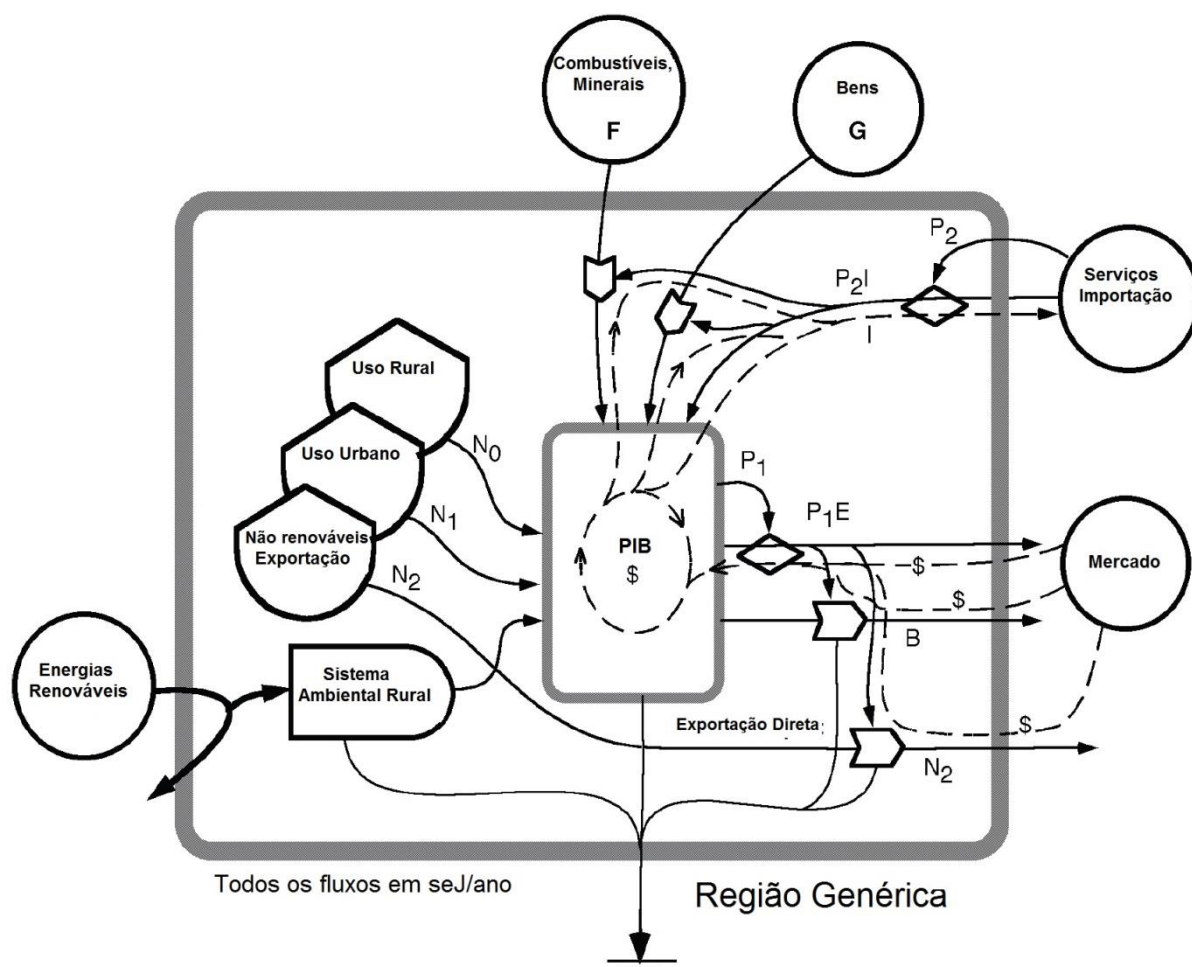


Figura 3.6 - Diagrama dos fluxos de energia que percorrem uma região genérica. Adaptação de Campbell et al. (2014).

### 3.10 Valores Unitários de Energia

Os diferentes fluxos e dimensões que percorrem um sistema necessitam de fatores que permitam convertê-los em fluxos equivalentes de energia solar (Amponsah & Corre, 2011; Odum, 1996). Para este propósito utilizam-se rácios a que se atribuiu o nome de Valores Unitários de Energia (UEV). Os UEV mais frequentes são os que relacionam a energia solar com a energia, a massa e a unidade monetária. Ao primeiro dá-se o nome de transformidade, ao segundo atribui-se o termo de energia específica devido ao facto de ser o quociente entre energia e a massa, enquanto ao terceiro dá-se o nome de energia por unidade monetária (EMR).

As unidades usadas para os UEV têm no numerador a unidade de energia, que nesta dissertação será seJ, e no denominador a unidade do fluxo que se pretende converter para energia, isto é, J para a energia no caso da transformidade, kg para a energia específica, e dólar na energia por unidade monetária. Neste documento o uso do dólar em detrimento do

euro (€) deve-se ao facto de existirem mais elementos publicados e disponíveis na moeda dos EUA.

Salienta-se que a matriz de trabalho no uso dos UEV deve fornecer uma base comum para a geração e extração de dados, baseados em diversos casos investigados mundialmente e uma avaliação precisa da qualidade dos dados, a origem e a incerteza dos mesmos (Brown et al., 2011).

### **3.11 Transformidade**

Das diversas teorias sobre energia, a transformidade é, segundo alguns autores, o conceito mais importante (Zhang et al., 2013).

A transformidade solar é a energia solar necessária para fazer um joule de serviço ou produto, tendo como unidade o joule de energia solar por joule (seJ/J) (Odum, 1996). Por outras palavras, a transformidade é a razão entre a energia solar requerida para gerar um produto ou serviço e a energia contida nesse produto ou serviço. A transformidade de um produto é calculada como o somatório da energia de todas as entradas do processo dividida pela energia resultante do produto ou serviço.

Na avaliação de um sistema ecológico deve-se comparar o seu comportamento com o de outros sistemas equivalentes.

A ligação entre os sistemas faz-se com a transformidade. Quantas mais transformações existirem num determinado processo, maior proporção da energia da natureza é usada para realizar o produto ou serviço. Para a mesma saída, no sentido ecológico, um sistema com baixa transformidade é mais eficiente. Na figura 3.7 mostra-se o comportamento da transformidade e as hierarquias desenvolvidas num sistema ecológico.

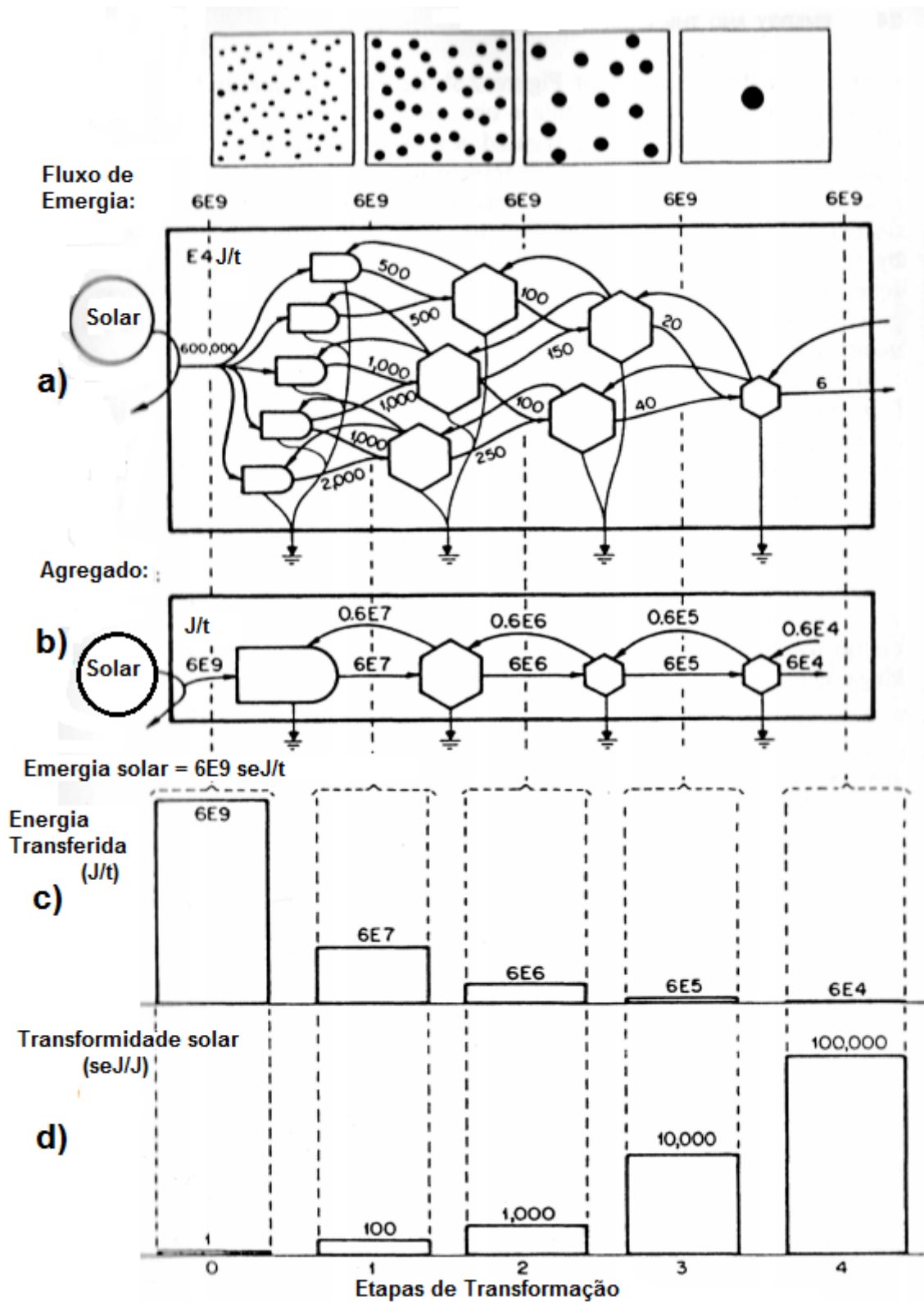


Figura 3.7 - Hierarquia das transformações de energia (Odum, 1988)

Verifica-se que na rede de ligações da figura 3.7a), a energia dispersa de várias origens agrupa-se da esquerda para a direita, concentrando a energia que se vai degradando

em processos de transformação. A figura 3.7b) apresenta a rede anterior agregada numa cadeia simples. Na figura 3.7c) observa-se que a energia disponível vai diminuindo com o tempo, mas, segundo os conceitos apresentados anteriormente, aumenta a sua qualidade. Esse incremento da qualidade da energia útil disponibilizada pelo produto ou serviço final implicou transformações sucessivas e, conseqüentemente, um aumento da transformidade (figura 3.7d)).

### **3.12 Razão energia por unidade monetária**

A razão energia por unidade monetária (EMR) é igual à energia usada na economia dividida pelo PIB e pode ser utilizada para avaliar o poder do dinheiro. De um modo simples, uma região em desenvolvimento tem uma elevada razão de energia por unidade monetária porque explora intensivamente os recursos naturais sem a existência de transações comerciais. Assim, o dinheiro nestas regiões tem uma maior influência que nas regiões desenvolvidas (Yang et al, 2009). Este facto é salientado por Odum (1996), que afirma que foram calculados estes valores para várias regiões, chegando-se à conclusão que elevados valores de energia por unidade monetária são obtidos para zonas rurais ou pouco desenvolvidas, onde a sobrevivência das populações deriva do meio ambiente, com poucas trocas comerciais envolvendo dinheiro. O dinheiro, nessas zonas, tem um poder superior.

As matérias-primas como combustíveis brutos, produtos agrícolas, minerais ou água contêm muito mais energia do que a que é paga por ela, porque o dinheiro apenas paga o serviço e não o trabalho do sistema ambiental (Odum, 1988). Pode-se afirmar que este indicador revela a energia que se recebe por unidade monetária gasta na compra de um bem ou serviço (Lei et al., 2012).

### **3.13 Energia *per capita***

É a razão entre a energia total usada na economia de uma região e a população local. A energia *per capita* pode ser usada como uma medida do padrão médio de vida de uma população (Ortega, 2011; Lei et al., 2012). No entanto, apesar de ser um indicador mais completo do que outros, como a quantidade de combustível *per capita*, não traduz diretamente se existe uma distribuição equitativa da riqueza por toda a população.

### **3.14 Densidade de energia**

É a razão entre a energia total usada na economia de uma região e a área total dessa região. As densidades dos fluxos das energias renováveis e não renováveis podem também ser calculadas separadamente através da divisão dos fluxos de energia renováveis e não renováveis pela área, respetivamente (Ortega, 2011; Lei et al., 2012).

### **3.15 Percentagem de energia renovável**

Este indicador representa a proporção da energia total útil resultante de fontes de energia renovável. É igual ao quociente entre a energia de fontes renováveis e a energia total utilizada. No longo prazo, apenas os processos com uma elevada proporção de energia renovável são sustentáveis (Lei et al., 2012).

### **3.16 Rendimento energético**

Para englobar a participação das fontes renováveis de energia, Odum introduziu o conceito de razão de rendimento energético - *Energy Yield Ratio* (EYR) - que foi definido como a razão entre a energia total (local e importada) que atravessa um processo ou um sistema e a energia importada. Esta razão é a medida do contributo potencial do processo para a economia devido à exploração dos recursos locais. Este índice mostra qual a proporção de energia que é capturada da natureza em relação ao investimento feito, ou seja, como um investimento na obtenção de recursos externos cria condições na exploração de recursos locais e contribui para a economia (Lei et al., 2012). A EYR fornece uma caracterização da intensidade do consumo dos recursos locais. Por exemplo, uma EYR de 5:1 sugere que o valor da energia do produto de saída do processo, definida como a energia necessária para o suportar, é cinco vezes maior que a energia investida para o concretizar (Brown et al., 2011).

O problema é que não diferencia entre a captura de energia renovável e de energia não renovável (Ortega, 2011). Daí sugerirem-se a fração da energia renovável pela energia não renovável e a fração da energia não renovável pela energia das importações de combustíveis, metais e minerais, para revelar de onde surgem os ganhos.

O uso de mais energia do meio ambiente provoca um aumento da razão energética de um produto. Por outro lado, as transformações energéticas que são alimentadas pela economia diminuem a razão energética. Assim, percebe-se que aumenta o rendimento

emergético até que o produto entra na economia (Odum, 1996). Um exemplo deste fenómeno está ilustrado na figura 3.8, onde se mostra uma diminuição da razão emergética após a extração da lignite (uma espécie de carvão com baixo poder calórico) para produção de energia elétrica.

Destaca-se, ainda, nesta representação, a introdução de outros combustíveis para cativar todas as potencialidades energéticas deste mineral para produção de eletricidade (Odum, 1996), o que sustenta a eventual quinta lei da termodinâmica que refere que a maximização do fluxo de energia é realizada com abundantes formas de energia (neste caso a lignite) com outras, de menores quantidades, mas com elevada capacidade de amplificação (combustíveis e outros recursos exteriores ao sistema).

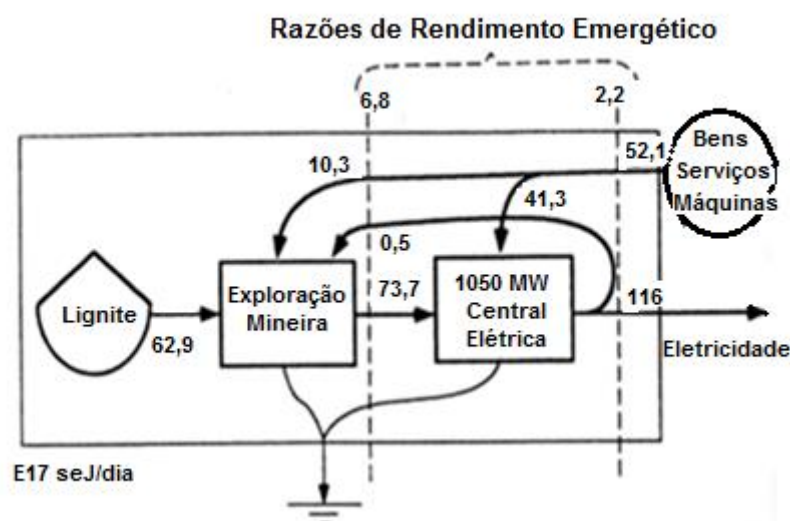


Figura 3.8 - Representação emergética de uma central elétrica alimentada a lignite (Odum, 1996).

### 3.17 Carga ambiental

A razão de carga ambiental (ELR) representa a razão entre as emergias dos recursos não renováveis e importados e a energia renovável. É um indicador da pressão do sistema sobre o ambiente e pode ser considerada uma medida do *stress* ambiental.

Usualmente uma elevada ELR sugere uma utilização elevada da tecnologia na energia, o que ligado ao *stress* ambiental significa uma elevada pressão das atividades económicas sobre os recursos ambientais (Yang et al., 2009).

### **3.18 Investimento emergético**

A razão de investimento emergético (EIR) é o quociente entre a energia importada e o fluxo de energia dos recursos locais (Odum, 1996). Através desta razão entre os recursos comprados através da economia e os recursos naturais locais, este indicador avalia se o sistema é um bom utilizador da energia que nele é investida, relativamente a outras alternativas.

### **3.19 Sustentabilidade emergética**

A maior parte dos sistemas humanos são artificiais e abertos, que trocam matéria e energia com a envolvente. Para avaliar estes sistemas de uma forma holística, os investigadores frequentemente criam indicadores integrados que contabilizam todas essas trocas.

O índice de sustentabilidade emergética (ESI) indica a contribuição do meio ambiente para o sistema produtivo. Quanto mais alto for este rácio, menos uma região depende dos recursos importados (Yang et al., 2009). Este indicador pondera a contribuição de um recurso ou processo de um sistema por unidade de carga ambiental e é dado através do quociente entre a EYR e a ELR. É uma medida da contribuição de um processo à economia por unidade de impacto ambiental.

Brown *et al.* (2000) sugerem que quanto maior for o ESI maior é a taxa de energia por unidade de stress ambiental. Um sistema ambiental é uma fonte de recursos que sustentam os processos naturais e socioeconómicos e um escoadouro de produtos concebidos nesses processos. Se um processo depende inteiramente de recursos não renováveis, não é sustentável sem que haja entradas de recursos de fora do sistema. Se um processo realiza uma elevada carga ambiental, pode causar danos que ameaçam a sustentabilidade no longo prazo. Quanto mais elevado for o indicador de sustentabilidade ambiental, maior será a sustentabilidade do processo (sistema). Salienta-se que um ESI baixo ( $ESI < 1$ ) indica uma economia muito desenvolvida e orientada para o consumidor. Um ESI alto ( $ESI > 10$ ) indica uma região subdesenvolvida. Quando o ESI se encontra entre os valores anteriores indica uma região em desenvolvimento (Lei et al. 2012).



### **3.20 Razão da troca emergética**

A razão da troca emergética (EER) foi definida por Odum (1996) como sendo o quociente da energia trocada numa transação, que considera a energia que é disponibilizada com o produto, pela energia recebida através do pagamento em unidades monetárias. No entanto esta definição determina que o denominador do quociente seja a unidade de energia, resultante de uma unidade monetária, o que obriga à utilização de uma EMR. Ora, nos cálculos emergéticos usam-se as EMR locais e mundiais para contabilizar as importações e as exportações de energia, e que em alguns estudos são iguais (Zhang et al., 2008; Campbell et al., 2014). Assim sendo, a EER seria sempre igual à unidade pois não se distinguem convenientemente as origens dos produtos e serviços nas trocas comerciais. Este problema mantém-se se se utilizar a fórmula utilizada por Oliveira *et al* (2013), que classifica a EER como sendo o quociente entre a EMR local e a EMR mundial.

Outra interpretação deste indicador, e que será utilizada nesta dissertação, refere que a EER é o rácio entre a energia importada e a energia exportada e expressa a valorização da troca comercial. Um valor superior à unidade indica que o país importa mais energia do que aquela que exporta (Yang et al., 2009). Esta interpretação tende a confundir-se com a razão de energia líquida (NER), mas garante algum significado nos estudos em que se usam EMR iguais.

### **3.21 Energia líquida**

O dinheiro não é a verdadeira riqueza, porquanto é apenas contabilizado no capital económico. Daí a justificação da utilização de outro índice que avalie o rendimento líquido de uma troca comercial.

A energia líquida é definida como a diferença entre a energia que entra num sistema e a energia que sai desse sistema.

A energia exportada frequentemente não é igual à energia importada, sendo que, para o desenvolvimento ser sustentável, deve ser criado um benefício na energia líquida. Isto significa que, para haver desenvolvimento devem ser criados grandes fluxos de energia de entrada que serão consumidos pelo sistema. Balancear as importações de energia com as exportações deve conduzir a um desenvolvimento mais sustentável no longo prazo.

Este parâmetro está relacionado com a razão de energia líquida (NER) que representa o balanço entre as energias importadas e exportadas por unidade de energia total

consumida. É um indicador sensível da sustentabilidade de um sistema. O NER deve ser maior do que zero para garantir que o sistema é sustentável no longo prazo, mas não deve ser muito elevado, porque pode sugerir a possibilidade de criar danos nos sistemas envolventes que suportam o sistema e, conseqüentemente, levar a um retorno negativo que o pode prejudicar (Lei et al., 2012). Este indicador torna-se útil na comparação de regiões com diferentes escalas.

### 3.22 Tabela de avaliação emergética

A tabela 3.3 é utilizada na avaliação emergética e permite facilitar o cálculo dos valores dos fluxos emergéticos e das fontes de energia de um sistema. Nesta tabela os valores dos fluxos de energia, massa ou moeda são convertidos em emergia através dos UEV.

Tabela 3.3 - Representação de uma tabela de avaliação emergética.

| Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4                     | Coluna 5                      |
|----------|----------|----------|------------------------------|-------------------------------|
| Nota     | Item     | Unidades | UEV<br>seJ/J, seJ/kg, seJ/\$ | Energia Solar<br>seJ, seJ/ano |

A primeira coluna tem os números sequenciais do item a avaliar e permite a inserção de notas explicativas das características dos dados recolhidos e dos cálculos realizados.

A segunda coluna tem o nome do item ou fluxo que se pretende estimar.

A terceira coluna tem a grandeza do fluxo (energia, massa ou moeda) dos dados recolhidos e que se pretende converter em emergia.

A quarta coluna apresenta o UEV que permitirá converter os dados recolhidos para emergia. Aqui estão inscritas as transformidades, emergias específicas ou os rácios emergia por unidade monetária. Estes valores são obtidos com recurso a estudos anteriores.

A quinta coluna mostra o valor da energia solar através do produto da grandeza apresentada na coluna três e o UEV da coluna quatro.

### 3.23 Dados relevantes para a avaliação emergética de uma região

Na tabela 3.4 representam-se os parâmetros anteriormente apresentados e ilustrados na figura 3.6, e que serão discutidos nas avaliações emergéticas do concelho de Vila Nova de Famalicão, região do Vale do Ave e Portugal continental, para o ano de 2013.

Tabela 3.4 - Matriz para avaliação emergética de uma região.

| Item | Nome do parâmetro                             | Expressão                    | Quantidade | Unidade                   |
|------|---|------------------------------|------------|---------------------------|
| 1    | Fluxo de energia renovável                    | $R$                          |            | seJ/ano                   |
| 2    | Fluxo de reservas endógenas não renováveis    | $N=N_0+N_1+N_2$              |            | seJ/ano                   |
| 3    | Fluxo de energia importada                    | $F+G+P_2I$                   |            | seJ/ano                   |
| 4    | Fluxo de energia total entrada                | $R+N+F+G+P_2I$               |            | seJ/ano                   |
| 5    | Fluxo de energia total utilizada (U)          | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$       |            | seJ/ano                   |
| 6    | Fluxo de energia total exportada              | $N_2+B+P_1E$                 |            | seJ/ano                   |
| 7    | Razão energia por dólar ( $P_1$ )             | $P_1=U/PIB$                  |            | seJ/\$                    |
| 8    | Percentagem de eletricidade por energia usada | Eletricidade/U               |            |                           |
| 9    | Razão de combustível por pessoa               | Combustível/população        |            | seJ/hab                   |
| 10   | Energia <i>per capita</i>                     | U/população                  |            | seJ/hab                   |
| 11   | Densidade de fluxo de energia                 | U/área                       |            | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 12   | Densidade de fluxo de energia renovável       | $R/\text{área}$              |            | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13   | Densidade de fluxo de energia não renovável   | $(U-R)/\text{área}$          |            | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 14   | Percentagem de energia renovável              | $(R/U)*100\%$                |            |                           |
| 15   | Percentagem de energia local                  | $(R+N_0+N_1)*100\%/U$        |            |                           |
| 16   | Razão de rendimento emergético (EYR)          | $EYR=U/(F+G+P_2I)$           |            |                           |
| 17   | Energia renovável por energia não renovável   | $R/(U-R)$                    |            |                           |
| 18   | Energia não renovável por energia importações | $(U-R)/(F+G+P_2I)$           |            |                           |
| 19   | Razão de carga ambiental (ELR)                | $ELR=(F+G+P_2I+N)/R$         |            |                           |
| 20   | Razão de investimento emergético (EIR)        | $EIR=(F+G+P_2I)/(R+N)$       |            |                           |
| 21   | Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | $ESI=EYR/ELR$                |            |                           |
| 22   | Razão da troca emergética (EER)               | $EER=(F+G+P_2I)/(N_2+P_1E)$  |            |                           |
| 23   | Fluxo de energia líquida (NE)                 | $NE=(F+G+P_2I)-(N_2+B+P_1E)$ |            | seJ/ano                   |
| 24   | Razão de energia líquida (NER)                | $NER=NE/U$                   |            |                           |

Para calcular os valores da tabela anterior, deve-se recolher os dados geográficos, económicos, sociológicos e ecológicos capazes de a sustentar. Para este propósito, Odum sugeriu no livro *Environmental accounting - Emergy and Environmental Decision Making*, a obtenção dos dados propostos na tabela 3.5 e que servirão de referência para a caracterização das regiões no próximo capítulo.

Tabela 3.5 - Dados necessários para a análise emergética de uma região.

---

|    |  |
|----|--|
| 1  | Mapa da região   |
| 2  | Tabela de áreas (floresta, pastagens, deserto, território urbano, costeira)                              |
| 3  | Elevação média   |
| 4  | Produto Interno Bruto  |
| 5  | Exposição solar anual  |
| 6  | Consumo de combustível   |
| 7  | População, imigração e emigração   |
| 8  | Dinheiro pago pelas importações principais   |
| 9  | Quantidades das importações principais   |
| 10 | Dinheiro recebido das exportações principais e a localização dos compradores                             |
| 11 | Quantidade das exportações   |
| 12 | Dinheiro associado às trocas comerciais (empréstimos, investimentos, juros, transferências ou subsídios) |
| 13 | Pluviosidade e bacias hidrográficas  |
| 14 | Fluxos de água dos principais rios que atravessam as fronteiras da região                                |
| 15 | Estimativa da evapotranspiração  |
| 16 | Valores de temperatura e vento médios  |
| 17 | Taxa de erosão do território e reposição   |
| 18 | Conteúdo orgânico nos solos de áreas agrícolas e florestais  |
| 19 | Proporção dos principais setores da economia (saúde, educação, governamental, defesa, etc)               |
| 20 | Geração e consumo de eletricidade, importada e exportada   |
| 21 | Comprimento da linha de costa.   |
| 22 | Altura média e oscilações das marés  |
| 23 | Altura média das ondas   |
| 24 | Outras estatísticas económicas, se disponíveis.  |

---

No entanto, devem ser acauteladas algumas situações: a escolha de uma referência planetária, evitar a dupla contagem no cálculo da emergia de fontes renováveis e a distinção entre a emergia recebida por uma região e a emergia por ela consumida.

## 4. Emergia aplicada às regiões

### 4.1 Centros de pesquisa de emergia

O estudo da emergia, atualmente, está difundido mundialmente através de centros de pesquisa, representados na figura 4.1, dos quais se destacam dois em Portugal. Um deles situa-se no norte de Portugal, na Universidade Lusíada – Norte, Campus de Vila Nova de Famalicão, enquanto outro está localizado na Universidade de Évora.



Figura 4.1 - Localização mundial dos centros de pesquisa de emergia (Center for Environmental Policy, 2015)

Estes centros de investigação de assuntos relacionados com a emergia estão agrupados no *Center for Environmental Policy* (2015), da Universidade da Flórida, que enfatiza as dimensões científica, tecnológica, económica, legal, política, e social, da política ambiental e da gestão ecológica dos recursos. Desde 1999, a realização de conferências bienais permite compilar uma série de artigos científicos de investigação relacionados com a emergia, através de diversas áreas do conhecimento, partilhando experiências e promovendo a emergia globalmente. Igualmente, a emergia tem sido referenciada em inúmeras publicações internacionais de referência em áreas tão diferenciadas como a agricultura, ambiente, máquinas térmicas, economia ou estudo de regiões.

## 4.2 Exemplos de aplicação da emergia em regiões

Foi na Universidade Lusíada – Norte, Campus de Vila Nova de Famalicão, que se realizou o primeiro trabalho exaustivo sobre a avaliação da economia de Portugal, onde se incluíam os arquipélagos da Madeira e dos Açores, através de emergia solar.

No entanto, anteriormente foram apresentados trabalhos sobre a emergia aplicada à economia de outras regiões. Os autores desses trabalhos caracterizaram as regiões, destacando alguns aspetos específicos que preocupavam as sociedades locais, como as fontes de produção de energia elétrica, a qualidade da água e do ar, a economia, os sistemas de transportes ou a produção agrícola, de forma a tentar compreender estes problemas numa perspetiva global.

Adiante, são apresentados 8 artigos sobre emergia e relacionados com o desenvolvimento e sustentabilidade de regiões, com diferentes geografias, dimensões económicas e densidades populacionais.

Como primeiro exemplo, apresenta-se um estudo realizado por Brown e Ulgiati, em 2011, que revela uma perspetiva emergética sobre a crise económica mundial recente. Esse estudo, intitulado de *“Understanding the global economic crisis: A biophysical perspective”*, revela que a economia mundial em 2008 era suportada devido à exploração exacerbada de recursos não renováveis.

O segundo artigo apresenta uma avaliação emergética do Brasil e das suas regiões onde evidencia o ESI, a EYR e a ELR, e defende que a sustentabilidade deste país era mantida através de algumas regiões (Demétrio, et al., 2013).

No estudo realizado por Zhang *et al.* (2008), *Comparasion of typical mega cities in China using emergy synthesis*, comparam-se Pequim, Xangai e Guanzhou, 3 megacidades da China, entre 1990 e 2005 em termos de intensidade do uso de emergia, estrutura de recursos, pressão ambiental e eficiência na utilização dos recursos.

Como quarto exemplo, apresenta-se um dos documentos mais completos sobre avaliações emergéticas em regiões, o *“Environmental Accounting Using Emergy: Evaluation of the State of West Virginia”* (Campbell et al, 2005b) onde se detalha todos os cálculos emergéticos para os anos de 1997 e 2000 e se comparam os resultados com os obtidos em outros Estados Americanos. Relativamente aos EUA, o quinto artigo, mais recente, *“Relationships among the Energy, Emergy and Money Flows of the United States from 1900 to 2011”* (Campbell et al., 2014) usa a emergia para averiguar quais os fatores responsáveis pela evolução económica dos EUA.

No artigo *Emergy evaluation of hierarchically nested systems: application to EU27, Italy and Tuscany and consequences for the meaning of emergy indicators* realizado por Morandi et al (2015), encontra-se uma avaliação emergética de 3 regiões com diferentes dimensões, níveis de complexidade e de organização e diretamente relacionadas entre si. Esta perspectiva é semelhante ao estudo desta dissertação, porque sendo a região da toscânia uma porção de Itália que é um país membro da União Europeia, pode-se observar quais as contribuições das regiões mais pequenas para o desenvolvimento económico, social e ambiental, da maior, e quais as contrapartidas que esta última oferece.

Finalmente apresentam-se dois artigos referentes à Suécia e a Portugal. O artigo *Emergy Evaluation of the Swedish Economy since the 1950s* (Hagstrom & Nilsson, 2005), que faz um retrato da evolução da sociedade da Suécia entre os anos de 1950 e 2002, permite compreender a evolução de um país que era pobre e que através dos seus recursos naturais conseguiu alcançar uma situação de destaque na economia mundial. Ademais, a Suécia tem uma população semelhante a Portugal, apesar de uma densidade populacional inferior. O artigo *Solar Emergy Evaluation of the Portuguese Economy* (Oliveira et al., 2013) apresenta a avaliação emergética da economia portuguesa para os anos de 2000, 2005 e 2009. Destes dois estudos foram retirados valores, para o ano 2002 e 2000, relativos à Suécia e a Portugal, respetivamente, que permitem comparar, em termos de emergia, as economias destes países.

#### **4.2.1 Análise da crise mundial através da emergia**

A figura 4.2 exibe o diagrama emergético do sistema da economia mundial em 2008, onde se verifica que circula um fluxo de emergia de  $105,3 \times 10^{24}$  seJ/ano, enquanto a Terra apenas recebe  $15,2 \times 10^{24}$  seJ/ano da radiação solar, da energia das marés e do calor interno da Terra.

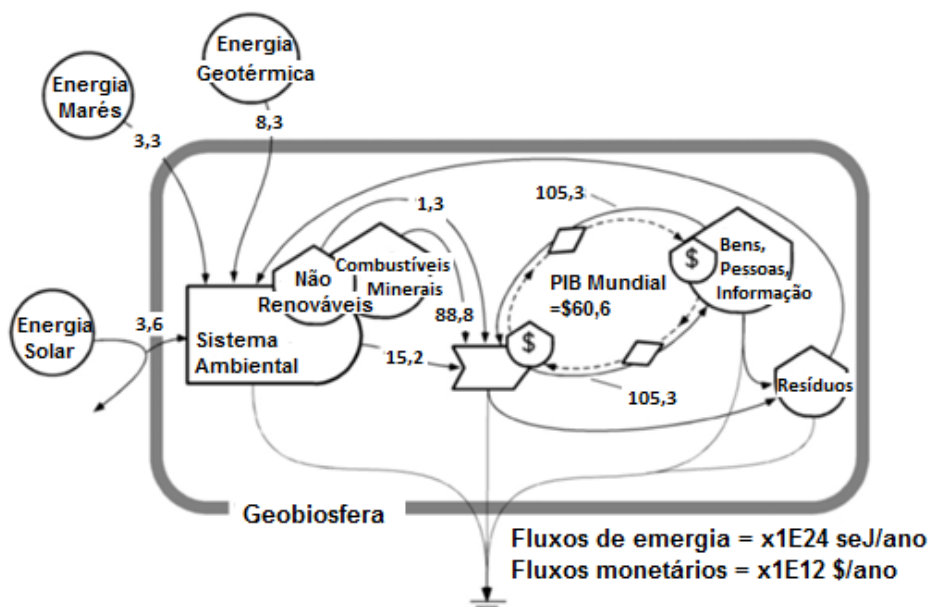


Figura 4.2 - Diagrama dos fluxos de energia do sistema mundial (Brown & Ulgiati, 2011).

Desde 1950, que o sistema económico mundial se sustenta maioritariamente de recursos não renováveis. Este facto é descrito no gráfico de barras da figura 4.3. As barras brancas representam a percentagem de energia de fontes renováveis que é consumida pela economia mundial e as barras escuras representam a percentagem de energia de fontes não renováveis (Brown & Ulgiati, 2011).

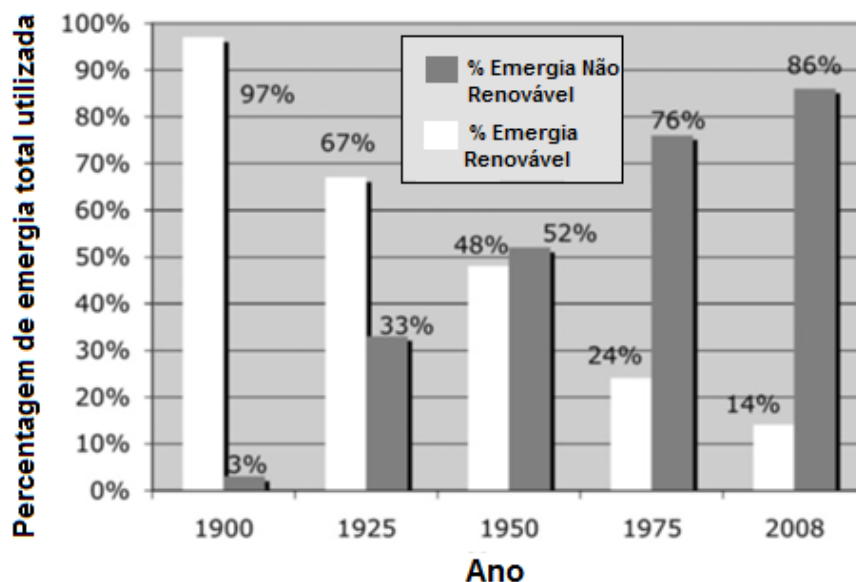


Figura 4.3 - Energia renovável e energia não renovável consumida na Terra desde 1900 (Brown & Ulgiati, 2011).

Brown e Ulgiati (2011) interrogam-se sobre a sustentabilidade da política energética mundial. As críticas sustentam-se no facto de as energias de fontes renováveis, como os



biocombustíveis ou os painéis solares fotovoltaicos ainda apresentarem valores de EYR muito pouco competitivos, inferiores a 2:1, quando comparados com as EYR das energias hidroelétrica, geotérmica ou eólica com valores superiores a 5:1. No entanto, as áreas para parques eólicos e barragens são limitadas, o preço da energia de origem fóssil ainda é reduzido e os seus custos ambientais ainda não são devidamente contabilizados pela sociedade atual, pois aumentam significativamente as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. O aumento do consumo de energia, como apoio ao esperado crescimento mundial, tem de ser sustentado pelas diversas fontes de energia conhecidas. Os vários cenários que são colocados vão desde o uso intensivo do carvão como combustível dominante, até ao aumento da utilização de energias de origem renovável e diminuição da percentagem do uso de energias de origem fóssil (Brown & Ulgiati, 2011). Como exemplo, espera-se num dos cenários mais otimistas, a diminuição da quota de petróleo, de 35% em 2005, para 27% em 2050, da energia total consumida mundialmente, descurando que o consumo de energia duplicará e que, de facto, existirá um aumento de 46% relativamente ao consumo de petróleo em 2005.

Os autores questionam ainda o crescimento económico mundial alicerçado em economias que crescem com o empobrecimento de outras. O crescimento é estimulado pelo consumo que justifica a destruição dos ecossistemas naturais com o aumento da população, do PIB, do número de carros e estradas, da quantidade de construções, da produção de alimentos ou dos sistemas de comunicação. Com o propósito de alimentar esta civilização, verificou-se o aumento da extração e queima de combustíveis fósseis, o aumento da exploração mineira, o aumento da erosão do solo, o aumento da circulação de sedimentos da terra até aos oceanos, o aumento da poluição e do desflorestamento, o aumento da pesca, a deterioração do ar e da água e a diminuição da biodiversidade. Tal situação leva a um aumento do número de refugiados ambientais, da instabilidade política em todo o mundo, e à diminuição da democracia e o respeito dos direitos humanos nos países em que os recursos são extraídos para exportação para os países ricos (Brown & Ulgiati, 2011).

#### **4.2.2 Avaliação emergética do Brasil e as suas regiões**

O trabalho “*Emergy Accounting of Brazilian States and Regions*” (Demétrio et al., 2013) não indica qual a referência para a emergia mundial, nem a EMR mundial usada nos cálculos (apresentando apenas o valor da EMR do Brasil de  $0,52 \times 10^{13}$  seJ/\$) e qual o período a que se referem os indicadores calculados pelos autores. No entanto, este estudo

apresenta uma breve descrição sobre a avaliação da sustentabilidade do Brasil realizada por diferentes autores, em diferentes períodos, entre 1981 e 2009, que mostram que o desenvolvimento do Brasil se baseou na exploração de recursos não renováveis. Relativamente ao indicador ELR, refere que todos os estados possuíam um valor baixo. A EYR em todos os estados tinha um valor superior a 2. Perante estes resultados, os autores destacaram que o Brasil deixou de garantir uma sustentabilidade de longo prazo, dos anos 80 e 90, para uma sustentabilidade garantida apenas no médio prazo.

Neste artigo os autores assinalam que os resultados deixam claro que a sustentabilidade global do Brasil é mantida através das regiões Norte, Nordeste e Oeste Central, enquanto as regiões Sul e Sudeste, com menor EMR são menos sustentáveis. No entanto, esta conclusão não é corroborada por outros autores que associam a EMR ao desenvolvimento das economias e não à sua sustentabilidade, conforme já referido anteriormente no ponto 3.12.

#### **4.2.3 Avaliação emergética de três megacidades na China**

Para a caracterização de Pequim, Xangai e *Guanzhou*, os autores do documento *Comparasion of typical mega cities in China* (Zhang et al., 2008) mostram um retrato geral da situação socioeconómica destas 3 megacidades, destacando-se a cidade de Xangai com uma densidade populacional de 2133 habitantes por km<sup>2</sup>, em 2005.

Os valores das EMR local e mundial foram considerados iguais em cada região, indicando que não se distinguiu a emergia dos recursos importados e emergia dos recursos exportados. Também não foi indicado nenhum valor para o padrão de emergia utilizado nos cálculos.

A proporção de recursos renováveis consumidos por emergia total utilizada e a proporção de recursos renováveis locais consumidos por emergia total utilizada decresceram no período analisado, revelando que a sustentabilidade das regiões se tornou muito dependente das importações de recursos não renováveis.

A produção de resíduos foi o elemento principal para verificação da pressão ambiental nas três cidades. *Guanzhou* apresentou o valor mais baixo de razão de emergia dos resíduos por emergia consumida, com um valor abaixo de 0,2, enquanto Pequim e Xangai apresentavam valores de 0,39 e 0,48, respetivamente (Zhang et al., 2008).

Os autores escolheram a razão entre a emergia dos combustíveis e da eletricidade e o PIB, e a razão entre a emergia os recursos não renováveis e o dinheiro, para investigar a

eficiência no uso dos recursos das três regiões. Estes valores mostram que, no período em análise, as três cidades tiveram uma redução do consumo de combustíveis e eletricidade. Este facto mostrava que a reconstrução económica e a deslocalização da indústria afeta o consumo de energia de uma região como, por exemplo, a deslocalização de uma siderurgia de Pequim para outra província, o que reduziu o consumo de energia da região (Zhang et al., 2008).

#### 4.2.4 Avaliação emergética do Estado do *West Virginia* nos EUA.

A energia de referência planetária utilizada estudo realizado por Campbell et al. (2005b) é de  $9,26 \times 10^{24}$  seJ/ano, embora se mencione o último valor calculado por Odum de  $15,83 \times 10^{24}$  seJ/ano e o facto de se poder ajustar as diferentes referências através de um fator de conversão (através da proporcionalidade direta). Salienta-se, ainda, que a EMR mundial e a EMR de *West Virginia* foram calculados separadamente.

Uma das particularidades desta avaliação é que os autores compararam os resultados obtidos para *West Virginia*, em 1997, com outros Estados dos EUA, em diferentes anos, conforme se ilustra na tabela 4.1. Ressalva-se que tal procedimento não permite uma comparação exata dos diferentes indicadores, devido ao intervalo de tempo de 18 anos que separa os estudos das diferentes regiões.

Tabela 4.1 - Comparação dos indicadores emergéticos de diferentes Estados dos EUA (Campbell et al., 2005b).

| Parâmetro  | Todos os fluxos $\times 10^{21}$ seJ/ano, salvo indicação em contrário. |                     |                |                  |               |               |                 |            |
|--|---|---------------------|----------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|
|  | W. Virgínia<br>1997   | N. Carolina<br>1992 | Alaska<br>1985 | Arkansas<br>1992 | Texas<br>1983 | Maine<br>1980 | Florida<br>1979 | US<br>1983 |
| Energia renovável recebida/ absorvida  | 10,5/6,6  | 19                  | 404            | 19,8             | 39            | 15,1          | 66,2            | 773        |
| Energia não renovável consumida  | 55,6  | 0,2                 | 220            | 58,2             | 249           | 3,4           | 2,1             | 5346       |
| Energia importada  | 158,8   | 150                 | 13             | 56,7             | 307           | 27,8          | 284             | 1936       |
| Fluxos totais de energia de entrada  | 169,6   | 220                 | 417            | 76,5             | 595           | 46,3          | 352             | 8055       |
| Energia total utilizada  | 221,3   | 190                 | 444            | 135              | 628           | 46,3          | 380             | 7887       |
| Energia utilizada de fontes locais, sem unidade                                  | 0,28  | 0,21                | 0,97           | 0,58             | 0,84          | 0,4           | 0,18            | 0,75       |
| Energia exportada incluindo combustíveis   | 304,9   | 66                  | 240            | 123              | 501           | 16,3          | 95,7            | 870        |
| Importações menos Exportações  | -146  | 49                  | -200           | -66,4            | -194          | 11,5          | 188             | 811        |
| Razão de exportações por importações, sem unidade                                | 1,92  | 0,67                | 13             | 2,17             | 1,6           | 0,59          | 0,34            | 0,58       |
| Fraq. de energia local renovável por usada, s. unidade                           | 0,030   | 0,10                | 0,92           | 0,15             | 0,06          | 0,33          | 0,17            | 0,1        |
| Fraq. de energia importada por usada, sem unidade                                | 0,72  | 0,79                | 0,03           | 0,42             | 0,37          | 0,6           | 0,75            | 0,25       |
| Fração de energia usada que é livre, sem unidade                                 | 0,031   | 0,21                | 0,92           | ?                | 0,12          | 0,33          | 0,18            | 0,22       |
| Fração de energia importada por livre, sem unidade                               | 19,9  | 3,74                | 0,10           | 0,73             | 7,3           | 2             | 4,2             | 3,5        |
| Área m <sup>2</sup>  | 6,24E+10  | 1,36E+11            | 1,49E+12       | 1,35E+11         | 7,00E+11      | 9,40E+10      | 3,10E+11        | 9,40E+12   |
| População, indivíduos  | 1,8E+06   | 6,9E+06             | 5E+05          | 2E+06            | 1,57E+07      | 1,13E+06      | 8,80E+06        | 2,34E+08   |
| Energia tot. utilizada por unidade de área, seJm <sup>-2</sup> ano <sup>-1</sup> | 3,55E+12  | 1,39E+12            | 3,00E+11       | 9,98E+11         | 9,00E+11      | 4,90E+11      | 1,20E+12        | 8,40E+11   |
| Energia tot. utilizada por pessoa, seJind <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>        | 1,22E+17  | 2,70E+16            | 9,10E+17       | 5,64E+16         | 4,00E+16      | 4,10E+16      | 4,30E+16        | 3,40E+16   |
| Capacidade de carga renovável, indivíduos  | 8,86E+04  | 6,8E+05             | 4,5E+05        | 3,46E+05         | 9,80E+05      | 3,70E+05      | 1,53E+06        | 2,30E+07   |
| Capacidade de carga desenvolvida, indivíduos                                     | 7,09E+05  | 5,44E+06            | 3,56E+06       | 2,77E+06         | 7,80E+06      | 2,90E+06      | 1,23E+07        | 1,83E+08   |
| Razão de energia usada por PIB, seJ/\$   | 5,78E+12  | 1,19E+12            | 2,30E+13       | 3,45E+12         | 2,60E+12      | 5,00E+12      | 4,30E+12        | 2,40E+12   |
| Razão de eletricidade por energia usada, sem unidade                             | 0,072   | 0,29                | 0,006          | ?                | 0,18          | 0,22          | 0,23            | 0,17       |
| Combustível por pessoa, seJ/indivíduo  | 3,41E+16  | 1,16E+16            | 5,10E+16       | ?                | 2,90E+16      | 2,20E+16      | 2,30E+16        | 1,50E+16   |
| Razão de Carga Ambiental, sem unidade  | 20,4  | 9,14                | 0,10           | 5,80             | 10,31         | 2,45          | 4,74            | 9,20       |
| Densidade de fluxo de energia renovável, seJm <sup>-2</sup> ano <sup>-1</sup>    | 1,7/1,1E+11   | 1,40E+11            | 2,71E+11       | 1,47E+11         | 5,57E+10      | 1,61E+11      | 2,14E+11        | 8,22E+10   |

A principal conclusão deste estudo foi que *West Virginia* era, em 2000, um exportador líquido de energia (Campbell et al., 2005b).

#### 4.2.5 Avaliação emergética dos EUA entre 1900 e 2011.

A energia global de referência para os cálculos emergéticos do artigo *Relationships among the Energy, Emery and Money Flows of the United States from 1900 to 2011* (Campbell et al., 2014) foi de  $9,26 \times 10^{24}$  seJ/ano. A EMR mundial, em cada ano, foi assumida como sendo igual à EMR dos EUA. No entanto, contém uma perspetiva analítica sobre este parâmetro, mencionando vários autores, nomeadamente Odum e Brown, salientaram a importância deste indicador nos cálculos sobre os balanços emergéticos em regiões. A principal conclusão assinala que a EMR dos EUA teve uma diminuição de  $1,01 \times 10^{14}$  seJ/\$, em 1902, para  $1,56 \times 10^{12}$  seJ/\$, em 2011, com as maiores variações a corresponder aos períodos temporais com maior inflação ou deflação.

Para quantificar e qualificar os resultados obtidos, os autores verificaram quais as regressões matemáticas que melhor se ajustavam à energia utilizada, à energia consumida e ao PIB, no período compreendido entre 1900 e 2011. Destes resultados, tentou-se justificar a crise financeira mundial de 2008 através da análise dos fluxos de energia. Os autores observam que em 2007 houve um decréscimo no consumo de materiais de construção (minerais). Este facto, associado ao controlo da inflação por parte da Reserva Federal dos EUA, que favorecia os empréstimos para o imobiliário, são as justificações apontadas para a crise económica mundial que se registou em 2008. Para apoiar esta teoria mostram a figura 4.4, que apresenta a comparação das variações do índice de preço no consumidor (CPI) e a da EMR dos EUA entre 1900 e 2011.

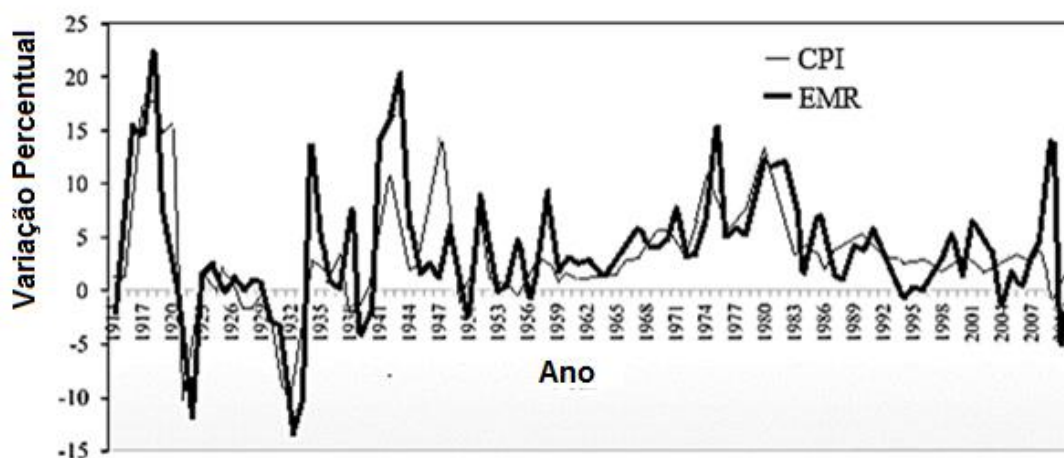


Figura 4.4 - Comparação das variações do índice de preço no consumidor (CPI) e a EMR dos EUA entre 1900 e 2011 (Campbell et al., 2014).

Refere-se que, no longo prazo, um crescimento rápido das economias não pode continuar indefinidamente, porque as fontes de energia e de materiais têm limites que serão atingidos mais rapidamente, debilitando a sustentabilidade do sistema económico mundial (Campbell et al., 2014).

#### **4.2.6 Análise emergética da União Europeia, de Itália e da Toscana**

O artigo realizado por Morandi et al (2015), intitulado de *Emergy evaluation of hierarchically nested systems: application to EU27, Italy and Tuscany and consequences for the meaning of emergy indicators*, faz a avaliação da emergia das regiões com o auxílio de alguns indicadores emergéticos como as ELR, as EIR, as EYR e as EMR regionais, em 2008. Todos os valores foram calculados tendo por base o padrão de emergia mundial, proposto por Campbell, de 2000, de  $9,26 \times 10^{24}$  seJ/ano. Este trabalho tem a particularidade de comparar os indicadores das regiões mais pequenas, nomeadamente a Toscana e Itália, com os das regiões que as integram, Itália e União Europeia (UE), respetivamente. Isso implicou que para além de se verificarem os fluxos emergéticos entre as regiões e o mundo, foram avaliados as trocas emergéticas entre as regiões do estudo.

Das conclusões, destaca-se que a análise dos dados indicam que o conjunto de fluxos das importações têm um papel muito importante na avaliação emergética e no cálculo dos indicadores. Refere-se, ainda, que na avaliação emergética de sistemas que englobam outros sistemas, apesar de serem quantidades intensivas, os indicadores emergéticos não podem ser considerados através da média dos respetivos indicadores dos subsistemas.

#### **4.2.7 Análise emergética da Suécia**

Em 1850, a Suécia era um país agrário pobre, com uma população de cerca de 3,4 milhões de pessoas. Entre 1870 e 1970, ocorreu uma rápida transformação económica com uma taxa de crescimento anual de 4%. A favorecer este desenvolvimento esteve a exploração bem-sucedida dos principais recursos naturais da Suécia: madeira, minério de ferro e energia hidroelétrica. Este desenvolvimento foi uma parte integrada e interdependente do desenvolvimento económico do mundo como um todo (Hagstrom & Nilsson, 2005).

A expansão da capacidade hidroelétrica é restrita, de acordo com decisões do parlamento sueco. Os quatro rios inexplorados na parte norte do país permanecerão intocados por razões ambientais. A produção interna de emergia proveniente da energia

hidroelétrica aumentou de  $69,3 \times 10^{20}$  seJ/ano em 1956 para  $203,6 \times 10^{20}$  seJ/ano em 1988. Em 2002, o abastecimento de energia consistia em 335 TWh de consumo de combustíveis fósseis e de madeira e 141 TWh de eletricidade. Cerca de 70% dos combustíveis foram importados. Os restantes 30% vieram de fontes indígenas, principalmente madeira.

Um fator adicional para o desenvolvimento da Suécia foram as significativas melhorias nos transportes, nomeadamente a expansão do caminho-de-ferro, das redes de estradas e dos portos.

Em 2002, o valor nutricional consumido, por pessoa, por dia, foi de aproximadamente 12,2 kJ. O pão, os cereais, as carnes e as gorduras comestíveis são responsáveis por metade do consumo calórico na Suécia. Em peso, os produtos de origem animal são a menor parte, mas em termos de energia, eles dominam por causa dos altos valores das transformidades.

Na avaliação emergética da Suécia, os autores destacam discrepâncias nas transformidades que foram devidas, principalmente, às diferentes referências de dados, e as dificuldades de encontrar uma estimativa adequada da energia por unidade monetária de outros países, pois influencia o cálculo dos indicadores económicos relativos às trocas comerciais da região em estudo. Referem que foi usado o mesmo UEV razão energia por unidade monetária, sem uma análise mais aprofundada, para todos os anos.

Na tabela 4.2 apresentam-se alguns dos valores que sustentam este estudo, referentes ao ano de 2002.

Tabela 4.2 - Dados emergéticos da Suécia relativos a 2002.

| Item | Nome do parâmetro                             | Expressão              | Quantidade            | Unidade                   |
|------|---|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1    | Fluxo de energia renovável                    | R                      | $4,52 \times 10^{22}$ | seJ/ano                   |
| 2    | Fluxo de reservas endógenas não renováveis    | $N=N_0+N_1+N_2$        | $3,08 \times 10^{22}$ | seJ/ano                   |
| 3    | Fluxo de energia importada                    | $F+G+P_2I$             | $3,06 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 4    | Fluxo de energia total entrada                | $R+N+F+G+P_2I$         | $3,82 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 5    | Fluxo de energia total utilizada (U)          | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$ | $3,70 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 6    | Fluxo de energia total exportada              | $N_2+B+P_1E$           | $2,62 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 7    | Percentagem de eletricidade por energia usada | Eletricidade/U         | 14                    | %                         |
| 8    | Razão de combustível por pessoa               | Combustível/população  | $7,45 \times 10^{15}$ | seJ/hab                   |
| 9    | Energia <i>per capita</i>                     | U/população            | $4,13 \times 10^{16}$ | seJ/hab                   |
| 10   | Densidade de fluxo de energia                 | U/área                 | $8,99 \times 10^{11}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13   | Percentagem de energia renovável              | $(R/U)*100\%$          | 12,2                  | %                         |

A importação de bens alimentares aumentou durante o período em análise, de  $21,9 \times 10^{20}$  seJ/ano a  $78,0 \times 10^{20}$  seJ/ano. No entanto, a exportação aumentou de forma acentuada, de  $9,3 \times 10^{20}$  seJ/ano em 1956 para  $57,0 \times 10^{20}$  seJ/ano em 2002. Por isso, o consumo total de alimentos na Suécia (produção interna mais importações menos exportações) tem sido relativamente estável, em torno de  $500 \times 10^{20}$  seJ/ano, com um modesto aumento que reflete, principalmente, o crescimento da população.

Como conclusão, os autores assinalam o crescimento do setor de serviços parece ter sido benéfica para o sistema económico como um todo, havendo, no entanto, sinais de que, ultimamente, este efeito estava em declínio. O desenvolvimento económico foi construído a utilizar mais recursos, isto é, o aumento das entradas de fluxos de energia, e utilizando esses recursos de forma mais eficiente, ou seja, diminuindo transformidades (Hagstrom & Nilsson, 2005).

#### 4.2.8 Análise emergética de Portugal

Com o cálculo dos indicadores de energia, o artigo *Solar Energy Evaluation of the Portuguese Economy* (Oliveira et al., 2013) procura incorporar a dimensão ambiental nos indicadores macroeconómicos conhecidos. No período compreendido entre 2000 e 2009 a economia foi caracterizada por uma reduzida taxa de crescimento económico, um aumento significativo da participação do setor dos serviços no PIB, e persistentes défices na balança comercial. Na tabela 4.3 apresentam-se alguns valores descritos nesse artigo.

Tabela 4.3 - Dados emergéticos de Portugal relativos a 2000.

| Item | Nome do parâmetro                             | Expressão              | Quantidade            | Unidade                   |
|------|---|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1    | Fluxo de energia renovável                    | R                      | $6,71 \times 10^{22}$ | seJ/ano                   |
| 2    | Fluxo de reservas endógenas não renováveis    | $N=N_0+N_1+N_2$        | $8,70 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 3    | Fluxo de energia importada                    | $F+G+P_2I$             | $6,08 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 4    | Fluxo de energia total entrada                | $R+N+F+G+P_2I$         | $1,55 \times 10^{24}$ | seJ/ano                   |
| 5    | Fluxo de energia total utilizada (U)          | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$ | $1,50 \times 10^{24}$ | seJ/ano                   |
| 6    | Fluxo de energia total exportada              | $N_2+B+P_1E$           | $6,45 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 7    | Percentagem de eletricidade por energia usada | Eletricidade/U         | 3                     | %                         |
| 8    | Razão de combustível por pessoa               | Combustível/população  | $1,44 \times 10^{16}$ | seJ/hab                   |
| 9    | Energia <i>per capita</i>                     | U/população            | $1,47 \times 10^{17}$ | seJ/hab                   |
| 10   | Densidade de fluxo de energia                 | U/área                 | $1,63 \times 10^{13}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13   | Percentagem de energia renovável              | $(R/U)*100\%$          | 4                     | %                         |

A população aumentou ligeiramente, de 10,2 milhões de habitantes em 2000 para 10,6 milhões em 2009, e a energia total consumida diminuiu ligeiramente, o que naturalmente diminuiu a razão energia *per capita* em 7,9% durante este período, de  $1,47 \times 10^{17}$  seJ/capita em 2000 para  $1,36 \times 10^{17}$  seJ/capita em 2009. A energia total exigida pela economia portuguesa diminuiu durante o período analisado neste estudo, registando-se uma redução de 3,3%. A economia portuguesa também teve um crescimento lento, e a sua divergência em relação ao PIB *per capita* médio da União Europeia aumentou.

A razão de energia importada sobre a energia exportada aumentou de 0,94 em 2000 para 0,97 em 2009. A diferença entre as importações e as exportações foi 39,1% menor em 2009 do que em 2000, o que significa que se exportou mais energia do que se importou. Por outro lado, a EYR foi de 2,47 em 2000 e caiu para 2,16 em 2009, o que significa que foi necessário importar mais energia para gerar a mesma energia em 2009 do que em 2000. No entanto, esta diminuição do valor da EYR não foi apenas devida a um aumento das importações, mas também a uma redução da energia total produzida. A EER diminuiu de 0,18 em 2000 para 0,16 de 2009, sendo ambos os valores muito abaixo de 1,0, o que indicava que Portugal tinha uma menor capacidade de explorar a energia das importações e que negociava os seus recursos em desvantagem com os seus parceiros comerciais. Os indicadores energéticos económicos sugeriam que existia um aumento da concentração urbana e a população portuguesa tinha um padrão de vida mais baixo em 2009.

A EIR aumentou de 0,68 em 2000 para 0,86 em 2009, devido ao aumento dos fluxos de energia importados e da diminuição dos fluxos de energia não-renováveis locais, revelando que Portugal reforçou a sua dependência em relação aos primeiros. Deste modo, era necessário um maior fluxo de energia importada por cada unidade de recursos locais explorada.

A percentagem de energia renovável utilizada foi de 4,4%, e durante o período em estudo permaneceu quase constante. Este valor é muito baixo e indica que o desenvolvimento de Portugal foi baseado na extração de recursos naturais não renováveis e de recursos importados, em vez de se basear na exploração de recursos renováveis. O esforço do governo português para reforçar a utilização das energias renováveis, promovendo uma redução nos fluxos de combustíveis importados e o crescimento com base numa maior disponibilidade de recursos renováveis, não foi atingido. A ELR aumentou ligeiramente, de 22,0 em 2000 para 22,6 em 2009. Esta variação foi pequena devido ao facto de que o aumento das importações foi praticamente compensado pela diminuição dos fluxos não renováveis.



O ESI foi de 0,112 em 2000 e de 0,096 em 2009. Estes valores muito abaixo de 1 são típicos de países consumidores, o que sugere que a economia não é sustentável no longo prazo.

Neste estudo ressaltava o facto do PIB nominal, ajustado à moeda norte-americana, no período compreendido entre 2000 e 2009, ter duplicado, passando de 117 mil M\$ para 234 mil M\$, enquanto os indicadores energéticos da economia, nesse mesmo período, apresentarem uma variação significativamente inferior. Estes valores estão relacionados ao facto de Portugal ter aderido à União Económica e Monetária (UEM) e se ter verificado uma valorização significativa do euro, relativamente ao dólar, durante o período em que decorreu este estudo, mas revelam que a volatilidade dos mercados cambiais condiciona, se analisada fora de um contexto, a avaliação económica de uma região.

### **4.3 Alternativas às análises emergéticas nas regiões**

Sendo a sustentabilidade largamente reconhecida como o paradigma sobre o qual as políticas futuras devem ser implementadas, a análise de sistemas usando a emergia é o mais holístico dos métodos analíticos.

Todos os métodos utilizados para verificar a sustentabilidade de uma região não podem descurar a análise das fronteiras temporais e espaciais dos sistemas a analisar.

Através dos exemplos apresentados nos capítulos anteriores observa-se que a quantificação de indicadores, relativos às dimensões ecológicas e económicas, podem ser analisados separadamente ou agrupados num único valor. A primeira abordagem, a que se dá o nome de reducionista, está direccionada ao tratamento fragmentado dos recursos, observando a sustentabilidade com fatores de dimensões não correlacionadas, enquanto a segunda abordagem, apelidada de holística, pode resultar na perda de informação acerca dos detalhes de cada dimensão individual, criando uma imagem de um sistema holístico de interações que é negativo para a quantificação da sustentabilidade. O desafio, então, é construir ferramentas capazes de quantificar de forma integrada ambas as dimensões.

No trabalho realizado por Kharrazi *et al.* (2013), sobre métodos avançados para a quantificação da sustentabilidade, em que é feita a comparação entre emergia, exergia, pegada ecológica e a abordagem baseada nos sistemas de informação ecológica, identificam-se as maiores contribuições e os princípios destas quatro abordagens na quantificação da sustentabilidade, baseados nos seguintes critérios: na capacidade de considerar de forma holística as interações entre as dimensões ecológica e económica da sustentabilidade; no tempo, em prazos alargados, considerando a resiliência; e na dimensão em que as propriedades extensivas e intensivas relativas à sustentabilidade de um sistema são consideradas. De seguida, apresentam-se as principais reflexões desse estudo sobre as alternativas à avaliação emergética das regiões, acrescentando-se o conceito de estruturas dissipativas aplicado ao caso específico das cidades.

#### **4.3.1 Exergia**

Nas análises através da exergia, os sistemas são divididos nos diferentes setores económicos, como sejam, os transportes, a agricultura, a indústria, o ambiente, etc. Os resultados dos cálculos das trocas de exergia, que representam os fluxos de energia, de matéria, de investimento de capital e de trabalho entre estes setores, destacam as várias eficiências exergéticas de cada sector e indicam os níveis de eficiência que poderiam ser

melhorados através de alterações de políticas. Os recentes desenvolvimentos do conceito de exergia tentam unificar as variáveis económicas, como os fluxos de investimento de capital e do trabalho, numa descrição exergética comum. Tal unificação tem como objetivo o estudo e a modelação dos ecossistemas. No entanto, não há nenhum indicador no conceito de exergia semelhante ao índice de sustentabilidade na análise de emergia. Isto surge devido aos métodos analíticos baseados na exergia não fazerem as distinções estabelecidas na análise emergética para as fontes de energia renováveis, não renováveis, importadas e rendimento de energia / fluxo de matéria, que são os elementos que constituem o índice de sustentabilidade da emergia.

#### **4.3.2 Pegada ecológica**

Os defensores do conceito de pegada ecológica argumentam que a avaliação monetária convencional é desadequada para avaliar a desvalorização real no capital natural.

Semelhante às abordagens de emergia e exergia, a abordagem da pegada ecológica utiliza uma única unidade para unificar vários fluxos em um sistema.

Na perspetiva da pegada ecológica, os fluxos de produtos e resíduos de uma determinada região são determinados por categorias, tais como alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e serviços ao consumidor. As áreas espaciais de cada um dos diferentes tipos da terra necessários para manter o consumo para cada categoria são, então, estimadas (Kharrazi et al., 2013). Na análise da sustentabilidade através da pegada ecológica consideram-se as áreas relacionadas com a energia de origem fóssil, as áreas capazes de capturar o dióxido de carbono da atmosfera devido à queima de combustíveis fósseis, as áreas agrícolas necessárias para suprir as suas necessidades alimentares, as áreas dedicadas à pastorícia de onde se podem obter produtos dos animais como carne, peles, lã ou leite, as áreas florestais donde se podem retirar os derivados da madeira, e as áreas marítimas onde se encontram os recursos piscícolas.

A análise de regiões com a pegada ecológica pode ser aplicada em diferentes dimensões espaciais, ou seja, a nível regional, nacional ou urbano. No entanto, porque a maioria dos dados necessários só está disponível a partir de organizações internacionais, como a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) e a ONU, a maioria dos estudos concentraram-se ao nível nacional (Kharrazi et al., 2013). Uma parte significativa das análises que usam a pegada ecológica concluiu que a maioria dos países com economias desenvolvidas tem economias insustentáveis (Kitzes et al., 2007). No entanto, usando as

fronteiras nacionais, a sustentabilidade é condicionada à autossuficiência de capital natural de um país, ignorando as vantagens comparativas dos países de uma região em particular em termos de acesso aos recursos ecológicos, e que o acesso a esses recursos é possível através do comércio mundial.

Neste contexto, a avaliação das economias pela pegada ecológica deverá considerar o comércio e a dimensão espacial da oferta e da procura de recursos ecológicos. Em vez de olhar para agregados de importações e exportações, o método da pegada ecológica poderia beneficiar se detalhasse a origem e destino de todos os comércios de capital natural.

### **4.3.3 Abordagem baseada na informação ecológica**

Na abordagem baseada na informação ecológica a resiliência é o conceito mais relevante no estudo da sustentabilidade de um sistema. A resiliência, num determinado sistema, tem sido descrita de diferentes formas, como por exemplo, a capacidade de absorver os choques, a capacidade de ser flexível quando é confrontado com perturbações, ou ser capaz de se reorganizar para um novo estado estável. No entanto, há duas definições gerais para descrever o conceito de resiliência, que são evidentes nestas descrições. O conceito de resiliência aplicada à engenharia, que a define como a capacidade de um sistema absorver um choque e retornar para o estado estável inicial. A outra definição de resiliência, aplicada à ecologia, centra-se na capacidade do sistema se reorganizar a partir de um ponto, para outro ponto estável, após a perturbação. A diferença fundamental entre estas duas definições é que na primeira os investigadores estão principalmente interessados na medição da pressão máxima ou do tempo requerido para um sistema voltar ao seu estado estável, enquanto na segunda definição estão preocupados com os limites entre os vários estados estáveis e nas alterações necessárias para um sistema mudar ou se reorganizar para um novo ponto alternativo e estável (Kharrazi et al., 2013).

Intuitivamente, as redes que têm mais ligações são mais flexíveis, porque os fluxos têm mais caminhos para reencaminhamento em caso de perturbações. Uma rede mais eficiente é obtida com uma menor quantidade de ligações concentrando a sua capacidade de crescimento e de desenvolvimento. As redes excessivamente redundantes podem estagnar, sem a eficiência para crescer, enquanto as redes excessivamente eficientes podem ser frágeis e propensas a entrar em colapso quando submetidas a perturbações.

A abordagem baseada em informações ecológicas, no entanto, está preocupada principalmente com propriedades intensivas de um sistema, nomeadamente resiliência,

eficiência e redundância, e é fraca na medição das propriedades extensivas. A abordagem baseada em informações ecológicas destaca a dimensão intensiva de resiliência em termos da robustez dos fluxos relativos ao nível de perturbação de um sistema, como no equilíbrio entre eficiência e redundância, não oferecendo nenhum método particular para medir os recursos disponíveis.

#### **4.3.4 Estruturas dissipativas aplicadas à avaliação das cidades**

As estruturas estacionárias como os edifícios, as ruas ou outras infraestruturas são apenas componentes de uma multiplicidade de atividades, fenómenos dinâmicos e processos evolucionários, que influenciam a percepção das cidades (Pulselli et al., 2005).

A cidade não é uma estrutura inerte apoiada num conjunto de edifícios, tecnologias e elementos isolados, mas é um organismo evolutivo que constantemente interage com as pessoas, um sistema aberto organizado com fluxos de energia e matéria, que constitui uma estrutura dissipativa (Pulselli et al., 2005), com o desígnio de criar e manter a organização (Higham, 2013). As estruturas dissipativas foram introduzidas por Ilya Prigogine, prémio Nobel da Química, em 1977, que a economia e as ciências sociais conciliaram com o propósito de compreenderem a complexidade e a organização de estruturas dinâmicas, como é o caso das cidades (Higham, 2013). Existe uma ligação muito próxima entre as estruturas dissipativas e a entropia, uma propriedade da Termodinâmica que mede a desordem de um sistema, daí estarem associadas a expressões como “sistemas complexos” ou “débito de entropia” (Schilling & Straussfogel, 2008).

Os investigadores que estudam as estruturas dissipativas assinalam algumas particularidades das cidades: são sistemas vivos e abertos; tentam evitar as condições de equilíbrio termodinâmico, mantendo-se, tanto quanto possível, afastadas deste estado; organizam-se devido aos fluxos de materiais e energia recebida do exterior e de sistemas com diferentes condições; mantêm-se num estado de equilíbrio (dinamismo, diversidade e vida) com elevados níveis de organização e complexidade; optam por orientar-se para um estado de entropia mínima; absorvem entropia do meio envolvente (propiciando uma variação de entropia negativa); e estruturam-se e evoluem através das interações com o ambiente externo. Assim, as cidades (como estruturas dissipativas) absorvem elevados fluxos de energia e matéria do exterior e, em termos de entropia, tendem para uma variação negativa de entropia (Pulselli et al., 2005).

Numa cidade, quando analisada como uma de estrutura dissipativa, os seus fluxos de energia e matéria são diferenciados, do mesmo modo que esses fluxos são separados da análise da complexidade do sistema (desenvolvimento da sociedade, economia e infraestruturas) e do ambiente antropogénico (Schilling & Straussfogel, 2008), divergindo da emergia, que agrupa todos os parâmetros numa avaliação unificadora.

#### **4.4 Contabilização dos serviços humanos nas regiões**

Qual é o papel dos processos sociais na maximização dos fluxos de emergia no sistema mundial? Os processos sociais significam interações entre grupos de pessoas que podem ser orientadas por objetivos e que são, principalmente, influenciadas por informações. Assim, as atividades sociais são geralmente de alta transformidade (Odum, 1996).

A emergia utilizada anualmente nos EUA a partir do uso do conhecimento, obtido do armazenamento de informações, é entre 44% e 72% da emergia que sustenta o país, dependendo do número de horas trabalhadas. O conhecimento inclui informações e a compreensão de como aplicá-las num sistema (Campbell et al., 2011).

Na análise emergética dos sistemas ecológicos e económicos, uma simplificação é muitas vezes realizada, ligando os serviços humanos com as entradas de emergia do sistema, ou seja, a emergia de serviços humanos associada a um processo é calculada a partir do custo desses serviços, multiplicando esse custo monetário pelo UEV emergia por unidade monetária envolvido nesse processo (Campbell et al., 2011). Embora esta abordagem seja frequentemente conveniente, é uma aproximação que apenas é válida quando a mão-de-obra utilizada num processo é da mesma qualidade que a do trabalho humano médio no sistema (Odum, 1996). Assim, na maioria das análises que usam a emergia nos sistemas ecológicos e económicos, a emergia do serviço humano não é avaliada com base numa estimativa independente da emergia para o nível de conhecimento e habilidade necessárias para a realização desse trabalho. No entanto, Odum reconheceu este problema e sugeriu precauções no uso do UEV emergia por unidade monetária para estimar a emergia dos serviços humanos (Campbell et al., 2011).

Desta forma, na análise de uma determinada região deve-se atender às características dos serviços humanos utilizados num determinado processo, sem descuidar que de região para região as transformidades serão diferentes, porque os sistemas de informação, de educação, de ensino e de formação têm qualidades distintas. Além disso, devido à evolução natural dos

sistemas de informação, a questão temporal aumentará necessariamente as transformidades dos serviços humanos utilizados.

O dinheiro paga o conhecimento que as pessoas possuem e aplicam no seu trabalho. O trabalho entregue pelo serviço humano pode basear-se nas capacidades mentais ou físicas que uma pessoa tem desenvolvido através do estudo e do trabalho, bem como nas capacidades que adquire casualmente. Evidentemente, esta suposição deixa de fora a energia necessária para o desenvolvimento do conhecimento, formado por um conjunto de transformações de informação em conhecimento humano, que se desenvolve e se acumula ao longo do tempo (Campbell et al., 2011).

Na figura 4.5 apresenta-se a dimensão da complexidade das organizações em função do número de transformações de energia nos ecossistemas, notando-se que existe um aumento significativo da complexidade das organizações com o aumento das transformações energéticas, aumentando os fluxos de energia devido ao aumento das transformidades envolvidas nos ecossistemas humanos de aprendizagem e de informação.

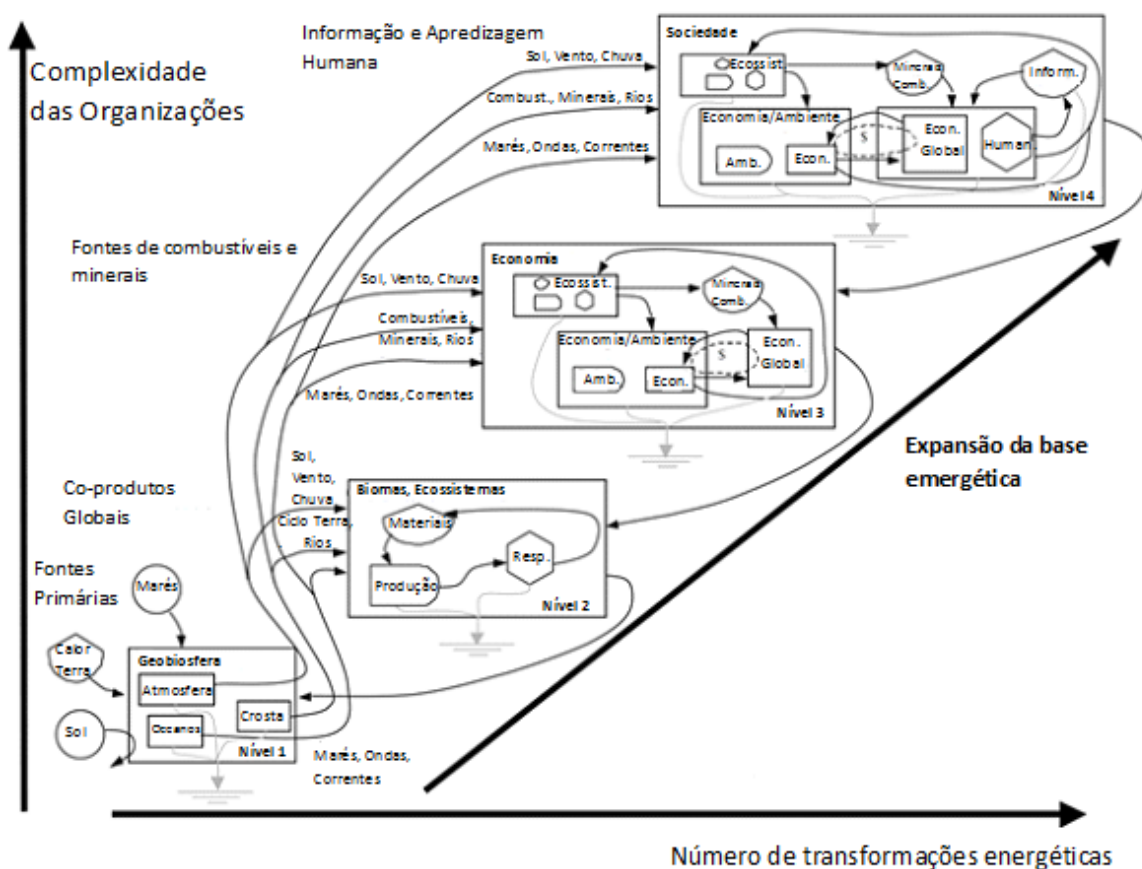


Figura 4.5 - Complexidade das organizações em função do número de transformações energéticas (Campbell et al., 2005a).

Apesar de se verificar a importância da contabilização dos sistemas humanos, não é comum a valorização destes sistemas na avaliação emergética das regiões. Dado que as avaliações emergéticas são caracterizadas pelos fluxos de energia exteriores que atravessam o sistema, e as pessoas pertencem ao interior do sistema, isso implica que a avaliação dos sistemas humanos nas regiões apenas pode ser realizada através do uso de transformidades individuais, porque cada região apresenta um ecossistema próprio, com um diferente nível de apropriação de informação e de conhecimento, obrigando ao cálculo das transformidades para cada região e para cada período em que se calculem os fluxos de energia.

#### 4.5 Referências para o cálculo dos fluxos de energia

Na Figura 4.6 são retratados os principais processos energéticos que contribuem para o cálculo da referência de energia global, onde se incluem a energia solar, a energia das marés e o calor interno da Terra (Odum, 2000).

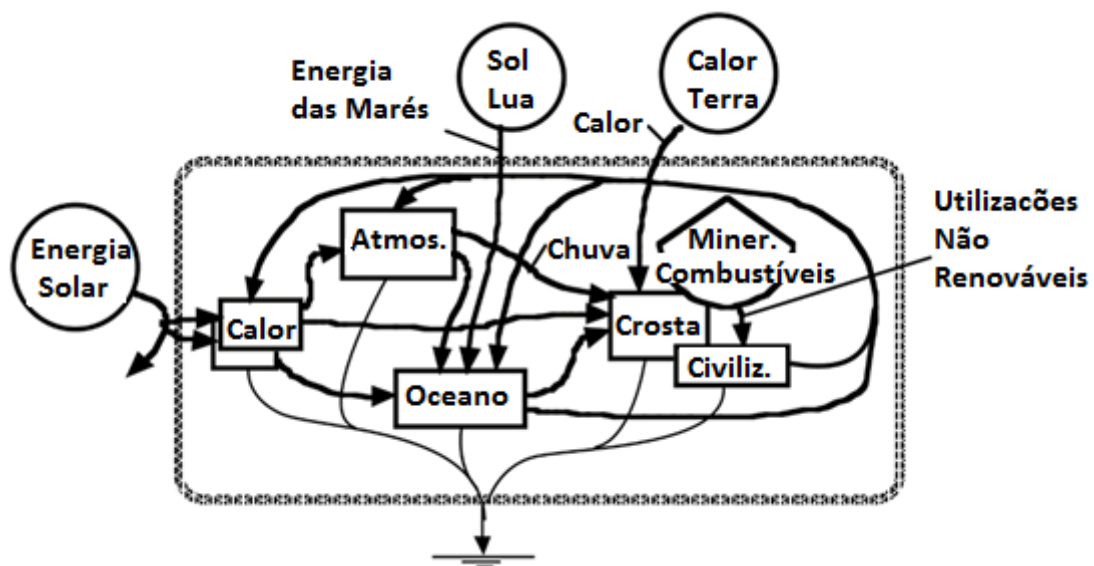


Figura 4.6 - Rede de transformações energéticas. Adaptação de Odum (2000).

Odum, no artigo *Energy of Global Processes*, obtém o fluxo de energia total anual para a Terra de  $15,83 \times 10^{24}$  seJ/ano, como se mostra na tabela 4.4. A radiação solar apresenta uma transformidade igual a 1, sendo que as transformidades das energias das marés (resultado da gravidade) e do calor interno da Terra são obtidas usando a energia da radiação solar como referência, daí usar-se, por vezes, o termo energia solar para salientar este facto.



Tabela 4.4 - Fluxos de energia e transformidades da Terra

|                        | Fluxo de energia (J/ano) | Transformidade (seJ/J) | Fluxo de energia (seJ/ano) |
|------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| Radiação solar         | $3,93 \times 10^{24}$    | 1                      | $3,93 \times 10^{24}$      |
| Calor interno da Terra | $6,72 \times 10^{20}$    | 11981                  | $8,051 \times 10^{24}$     |
| Energia das marés      | $0,52 \times 10^{20}$    | 73923                  | $3,844 \times 10^{24}$     |
| Fluxo de energia total |                          |                        | $15,825 \times 10^{24}$    |

Os valores apresentados no quadro anterior foram os últimos apresentados por Odum e são os mais referenciados nas obras sobre energia. No entanto, estes valores não têm sido consensuais e há quem defenda que o padrão para a energia deve considerar as três componentes primárias da energia solar (Sol, gravidade e calor interno da Terra) independentemente e não como uma quantidade escalar simples, contestando a teoria defendida por Odum, em que o conceito de 'transformidade solar' se baseia no princípio de que é possível encontrar uma série de transformações na formação de um produto ou serviço e que a sua exergia final teve origem numa determinada quantidade de luz solar (Raugei, 2013). No entanto, a divisão do padrão de energia em três componentes distintas obriga ao cálculo de todos os UEV.

Esta dissertação apoia-se na perspetiva original de Odum onde a transformidade apresenta apenas uma componente primária (o Sol), que engloba as outras duas (gravidade e calor interno da Terra). Como exemplo, considerem-se os processos fotossintéticos que levam à criação de 1 joule de exergia de biomassa de uma planta com origem em X joules de energia solar e que, em seguida, Y joules dessa biomassa vegetal é consumida pelo metabolismo de um herbívoros para produzir 1 joule de tecidos vivos. Neste caso a transformidade solar do herbívoro é o produto de X vezes Y seJ/J.

Conforme os conceitos apresentados neste documento, percebe-se que o estudo da energia tem evoluído através da consideração de novos dados. Daí, naturalmente, o valor do fluxo anual de energia solar total que entra no ecossistema da Terra se ter alterado.

O valor de  $15,83 \times 10^{24}$  seJ/ano é usado neste documento para o cálculo dos fluxos de energia das regiões em estudo. Na tabela 4.5 observam-se os diferentes valores para obtenção do padrão do fluxo de energia mundial.

Tabela 4.5 – Diferentes valores para o padrão do fluxo de energia mundial

| Avaliação do sistema planetário   |                                      | Valor padrão para a<br>energia solar global<br>( $\times 10^{24}$ seJ/ano) | Fontes de energia<br>consideradas | Referências     |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------|
| Energia potencial da<br>gravidade | Energia do calor<br>interno da Terra |  |                                   |                 |
| Não considerada                   | Não considerada                      | 4,0 (3,93)   | Sol                               | Antes de 1983   |
| Não considerada                   | Sol, Terra                           | 8,0  | Sol, Terra                        | Odum (1983)     |
| Não considerada                   | Sol, Terra                           | 9,44   | Sol, Terra                        | Odum (1996)     |
| Sol, Gravidade                    | Sol, Terra                           | 9,26   | Sol, Gravidade, Terra             | Campbell (1998) |
| Sol, Gravidade, Terra             | Sol, Terra                           | 10,58  | Sol, Gravidade, Terra             | Campbell (1998) |
| Sol, Gravidade, Terra             | Sol, Gravidade, Terra                | 15,83  | Sol, Gravidade, Terra             | Odum (2000)     |
| Sol, Gravidade, Terra             | Sol, Gravidade, Terra                | 15,2   | Sol, Gravidade, Terra             | Brown (2010)    |

A existência de diversas referências planetárias para energia solar total, apresentadas na tabela 4.5, deve-se às diversas considerações dos diferentes investigadores sobre as fontes primárias de energia na Terra. Desta forma, as transformidades usadas neste trabalho serão convertidas de uma referência para outra através de um fator de conversão. Todos os valores dos UEV serão corrigidos, com a utilização da proporcionalidade direta, para o padrão de  $15,83 \times 10^{24}$  seJ/ano. Assim, se a transformidade de um processo tiver sido obtida a partir do valor padrão de  $15,2 \times 10^{24}$  seJ/ano, o seu valor será multiplicado pelo fator de correção 1,0414 resultante da fração  $15,83/15,2$ . Este tipo de aproximação, embora não corrija integralmente as disparidades dos diferentes valores padrão de energia, atualmente, é o método usado pelos diferentes autores que identificam os valores padrão utilizados nos seus trabalhos.

## 5. Caracterização das regiões em estudo

### 5.1 Contexto geográfico

Situado no sudoeste da Europa, Portugal continental, representado na figura 5.1 do lado direito, ocupa uma área 89102 km<sup>2</sup> (INE I.P., 2014a). As zonas oeste e sul fazem fronteira com o oceano atlântico. Portugal continental tem uma plataforma continental de 28000 km<sup>2</sup> (Ferreira, 2000). Entende-se por plataforma continental a área ocupada pelo oceano, na orla dos continentes, que começa na linha de costa e que se prolonga até a uma profundidade de 200m.

A linha de costa de Portugal continental tem o comprimento de 1240 km (INE I.P., 2014a). Relativamente à energia talassomotriz, as marés apresentam uma oscilação média de 1,1 m, valor ponderado com a oscilação de 1,5 m das marés vivas e de 0,7 m das marés mortas (Instituto Hidrográfico, 2015). Ainda referente ao oceano Atlântico, a altura de uma onda média é de 1,5 m (Wave Energy Centre, 2004), produzindo uma potência total na costa de Portugal continental de 15 GW (Cruz & Sarmiento, 2004).

Excluindo o Alentejo, Portugal continental apresenta uma orografia montanhosa e desnivelada, com uma altitude máxima de 1993 m e uma altitude média de 282,5 m (Société Advercity, 2015). Estes valores foram calculados considerando a altitude média de cada distrito de Portugal continental, ponderando as áreas por eles ocupadas.

A região do Vale do Ave, que se mostra na figura 5.1 em cima no lado esquerdo, está localizada no norte de Portugal e engloba o concelho de Vila Nova de Famalicão (representado no lado esquerdo, em baixo). Estes dois territórios têm áreas de 1246 km<sup>2</sup> e 201,6 km<sup>2</sup>, respetivamente (INE I.P., 2014a).

O Vale do Ave e o concelho de Vila Nova de Famalicão têm altitudes máximas de 1261 m e 457 m, respetivamente. A altitude média do Ave é de 217,2 m e a altitude média de Vila Nova de Famalicão é de 97 m (Société Advercity, 2015). A altitude mínima de 25 m é igual nestas duas regiões que não têm zona costeira (INE I.P., 2014a).

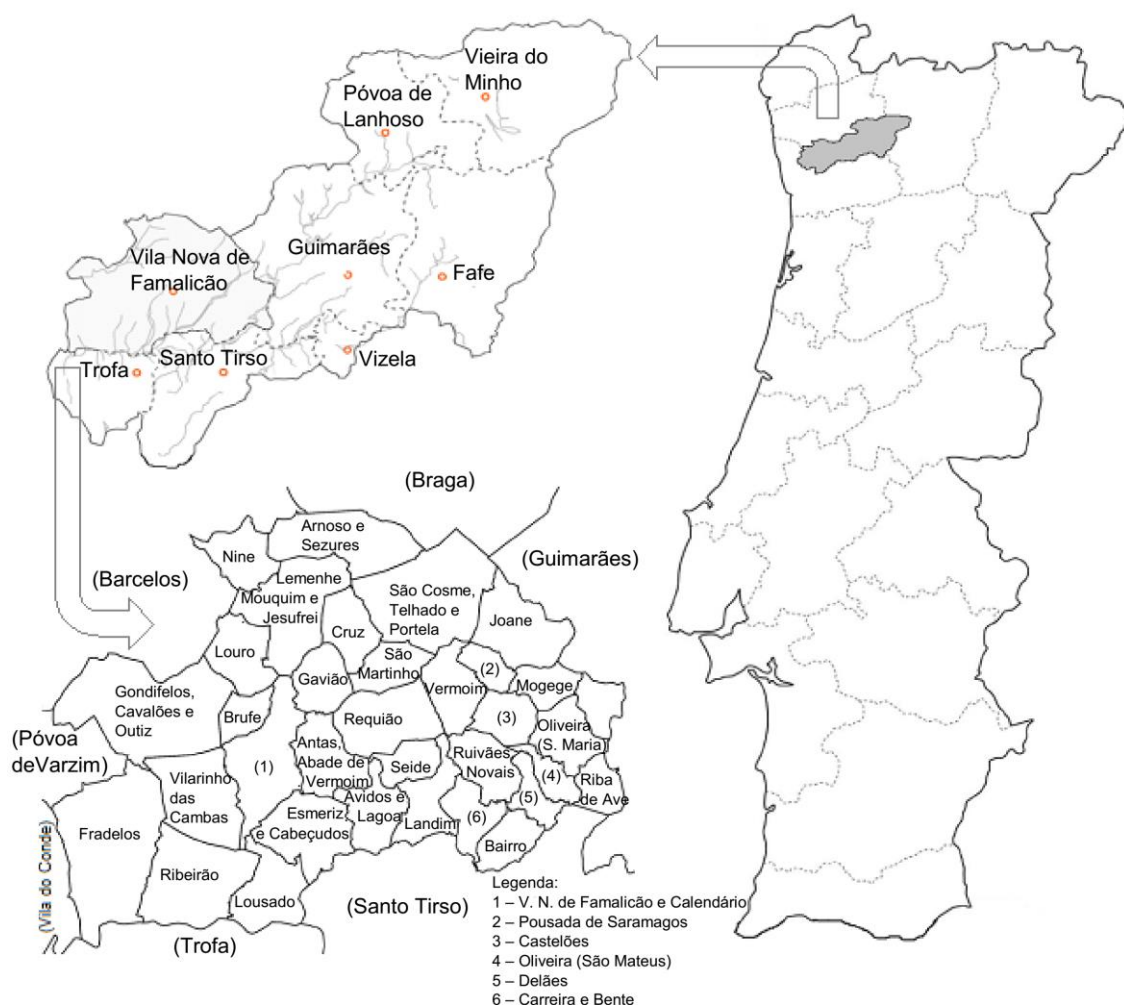


Figura 5.1- Mapa das três regiões em estudo

Através da análise de diversos mapas disponibilizados no “*Land Resource Management Unit*” da Comissão Europeia, estima-se que Portugal continental, em média, perde anualmente cerca de 0,5 toneladas de solo por hectare, embora haja territórios com elevada taxa de erosão, com valores superiores a 20 toneladas por hectare. A região do Ave apresenta valores de erosão inferiores, de aproximadamente 0,3 toneladas de solo por hectare (European Commission - Joint Research Centre, 2015). Os valores de erosão do solo dependem de diversos fatores, dos quais se destacam as condições climáticas, a criação de gado, especialmente o bovino, ou a intervenção humana depois dos incêndios florestais (Imeson & Curfs, 2005). Os dados apresentados neste estudo não consideraram estas condições específicas.

Os solos de elevada aptidão agrícola e de elevada aptidão florestal ocupam respetivamente 27,3% e 54,2% do território do concelho de Vila Nova de Famalicão

(Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão, 2004). Como não existem dados referentes ao ano de 2013 quanto à utilização dos solos do concelho de Vila Nova de Famalicão e do Vale do Ave, realizou-se uma estimativa destes dados através da região Norte de Portugal continental, em que 5,85% do território é ocupada pela região do Ave e 0,95% pertence ao concelho de Vila Nova de Famalicão (INE I.P., 2014a). Na tabela 5.1 mostra-se a distribuição das áreas agrícolas, áreas florestais e o número de efetivos bovinos na região Norte de Portugal continental.

Tabela 5.1 - Distribuição das áreas agrícolas, floresta e dos efetivos bovinos.

|                                    | <b>Portugal continental</b> | <b>Região Norte</b> | <b>Território ocupado pela região Norte</b> | <b>Fonte</b>      |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-------------------|
| Terra arável ( $\times 10^3$ ha)   | 1081,3                      | 187,6               | 17,4%                                       | (INE I.P., 2014a) |
| Horta familiar ( $\times 10^3$ ha) | 14,5                        | 6,6                 | 45,7%                                       | (INE I.P., 2014b) |
| Área florestal ( $\times 10^3$ ha) | 3154,9                      | 548,5               | 17,4%                                       | (INE I.P., 2014b) |
| Efetivos bovinos ( $\times 10^3$ ) | 1220                        | 327                 | 26,8%                                       | (INE I.P., 2014b) |

A produção agrícola no norte do país é realizada em pequenas áreas, onde predominam as hortas familiares e pequenos campos de cultivo, que reduzem a eficiência, porque obrigam à dispersão de recursos e diminuem a produtividade das explorações agrícolas, reduzindo igualmente o valor da produção padrão total por unidade de trabalho no Norte, que é de 6750 € contra os 13186 € de Portugal continental (INE I.P., 2014a).

A temperatura média anual, em 2013, foi de 15,4 °C em Portugal continental. No Vale do Ave a temperatura média foi de 14,9 °C, enquanto no concelho de Vila Nova de Famalicão a temperatura média registada foi de 15,8 °C. Relativamente à pluviosidade registou-se, no mesmo período, 939 mm e 1754,6 mm de precipitação anual, para Portugal continental e para a região do Vale do Ave, respetivamente (INE I.P., 2014a). Neste parâmetro, e na ausência de melhores referências, assumir-se-á a precipitação da região do Vale do Ave para a atribuição do valor da precipitação anual do concelho de Vila Nova de Famalicão.

A radiação solar total média anual que atinge Portugal continental é 150 kLy ( $1\text{Ly}=1\text{cal}/\text{cm}^2$ ) (Ramos & Ventura, 1997). No Vale do Ave e no concelho de Vila Nova de Famalicão, a radiação solar é ligeiramente inferior, sendo de 140 kLy/ano (SNIAmb, 2015).

A velocidade média do vento, medida na estação meteorológica de Braga, foi de 3,5 m/s (Met Office, 2014). Este será o valor usado para a velocidade média do vento nas três regiões em estudo para o ano de 2013.

A densidade do fluxo médio de calor na superfície de Portugal continental é de aproximadamente de  $64 \text{ mW/m}^2$  (Correia, 2015). Dada a escassez de informações sobre este parâmetro para a região do Vale do Ave, assume-se neste documento o valor de  $64 \text{ mW/m}^2$ , para a densidade de fluxo médio de calor na superfície de todas as regiões, apesar de em Portugal continental este valor ter flutuações significativas entre os  $42 \text{ mW/m}^2$  e os  $115 \text{ mW/m}^2$  (Correia, 2015).

O Vale do Ave é atravessado pelo rio Ave, que tem uma extensão de 94 km (INE I.P., 2014a), sendo que aproximadamente 10 km estão inseridos no concelho de Vila do Conde que não pertence à região do Ave. Este rio tem um caudal médio anual de  $12,9 \text{ m}^3/\text{s}$  que naturalmente depende das condições de pluviosidade do território que atravessa (Pinho et al., 2011).

## **5.2 Contexto energético**

Relativamente à energia, Portugal produziu, em 2013, 14,8 TWh de eletricidade nas centrais hídricas (DGEG, 2015a). Não existem dados disponíveis específicos relativos à produção de energia elétrica no concelho de Vila Nova de Famalicão, mas são conhecidos os valores das potências instaladas e a energia produzida no Vale do Ave provenientes das diferentes fontes de energia, para o ano de 2012. Nesse ano, 9,5% da energia hídrica produzida em Portugal teve a sua origem no Vale do Ave, sendo este o valor usado para estimar a produção nesta região para o ano de 2013.

As barragens da Caniçada, da Venda Nova, da Venda Nova II, e de Salamonde têm uma potência instalada de 62 MW, 90 MW, 191,4 MW, e 42 MW, respetivamente, e estão situadas em Vieira do Minho, produzindo 90% da energia hídrica do Vale do Ave. Estas barragens pertencem ao rio Cávado, que faz fronteira entre a região do Ave e a do Cávado. Está previsto que em 2016 as barragens Salamonde II (204 MW) e Venda Nova III (736 MW) entrem em funcionamento neste troço do rio Cávado, aumentando significativamente a produção de energia hidroelétrica (Museu da Eletricidade, 2014).

Famalicão tem as centrais hídricas dos Caniços (0,9 MW) e do Amieiro Galego (1,33 MW) que representam apenas 0,5% da potência instalada no Vale do Ave (Museu da Eletricidade, 2014), proporção que diminuirá em 2016 com a entrada de funcionamento das barragens em Vieira do Minho.

A produção de energia elétrica eólica representa 39% da produção de energia elétrica de fontes renováveis, conforme se pode observar na figura 5.2. Os gráficos apresentados incluem os arquipélagos da Madeira e dos Açores, daí a presença da geotermia.

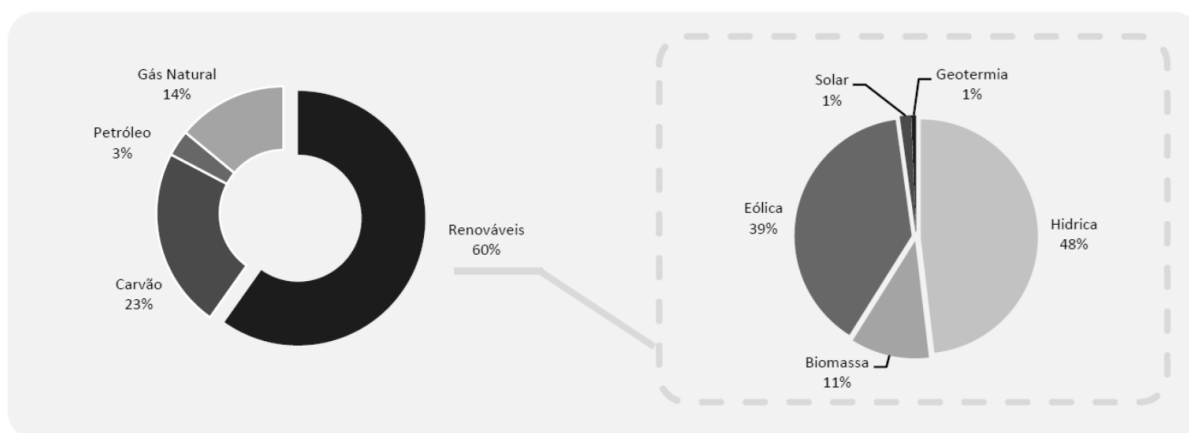


Figura 5.2 - Mix de produção de eletricidade em Portugal em 2013 (DGEG, 2015a).

Fafe possui o maior parque eólico do Vale do Ave com uma potência instalada de 80 MW, enquanto Vieira do Minho possui (na serra da Cabreira) uma potência instalada de 24,4 MW (Museu da Eletricidade, 2014). Em 2012, o Vale do Ave produziu 2,4% da produção de energia elétrica eólica de Portugal Continental.

A produção total de energia elétrica fotovoltaica foi de 59,4 GWh, devida sobretudo à microprodução (DGEG, 2015a). Os valores para o Vale do Ave e para o município de Vila Nova de Famalicão foram obtidos considerando a mesma densidade de produção de energia elétrica fotovoltaica que a região norte de Portugal.

Apesar de ter existido uma diminuição da produção de energia elétrica térmica em 2013, comparativamente a 2012, a produção de energia elétrica por cogeração registou um aumento de 7,2% nesse período (DGEG, 2015a).

Na tabela 5.2 apresentam-se os valores da energia elétrica produzida nas três regiões deste estudo, considerando as diferentes fontes de energia, sendo que a cogeração não será considerada na produção de energia renovável endógena.

Dos 2,34 TWh de eletricidade produzidos no Vale do Ave em 2013, 60% foram de origem hídrica, enquanto 12% surgiram das eólicas e 27% da cogeração. Em Vila Nova de Famalicão a energia produzida deveu-se sobretudo à cogeração (96,9%).

Tabela 5.2 - Produção bruta de eletricidade em 2013

|           | <b>Hídrica</b> |               | <b>Eólica</b> |               | <b>Solar</b>  |               | <b>Biomassa</b> |               | <b>Cogeração</b> |               |
|-----------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|
|           | Potência (MW)  | Energia (GWh) | Potência (MW) | Energia (GWh) | Potência (MW) | Energia (GWh) | Potência (MW)   | Energia (GWh) | Potência (MW)    | Energia (GWh) |
| Portugal  | 5535           | 14868         | 4731          | 11859         | 299           | 449           | 718             | 3337          | 1465             | 6275          |
| Ave       | 423,3          | 1417,0*       | 104,4         | 284,0*        | -             | 3,5*          | 0               | 0             | 159,7            | 639,0*        |
| Famalicão | 2,2            | 7,5*          | 0             | 0             | -             | 0,56*         | 0               | 0             | 63,1             | 252,5*        |

\* Valores estimados

Na tabela 5.3 mostram-se os consumos de eletricidade nas diferentes regiões em 2013. Os valores obtidos para Portugal continental foram obtidos na DGEG (Direção-Geral de Energia e Geologia), enquanto os valores para o Ave e para Famalicão foram obtidos através do INE com ajuste dos valores de 2012, utilizando as variações dos diferentes consumidores fornecidas pela DGEG.

Tabela 5.3 - Consumo de eletricidade por tipo de utilização, em GWh.

|                   | Agricultura | Doméstico | Edifícios do Estado | Iluminação Pública | Indústria | Não-doméstico | Outros | Total |
|-------------------|-------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------|---------------|--------|-------|
| Portugal (2013)   | 941         | 12311     | 2076                | 1470               | 17011     | 12170         | 292    | 46272 |
| Varição 2012/2013 | -6,2%       | -4,5%     | +9,7%               | -5,5%              | -1,6%     | +0,3%         | -18,4% | -1,8% |
| Ave               | 18,5        | 541,5     | 50                  | 49,6               | 1211,6    | 482,1         | 0,008  | 2363  |
| Famalicão         | 7,5         | 142,6     | 14,8                | 10,8               | 472,6     | 117           | 0      | 767,9 |

Os valores mostram que a indústria em Famalicão consumiu 62% da energia elétrica total do concelho, enquanto no Ave a indústria representou 51% do consumo de eletricidade da região. Verificou-se que o maior aumento percentual de consumo de eletricidade, relativamente a 2012, foi nos edifícios do Estado, representando 4,5% do consumo total de eletricidade do país.

Relativamente aos combustíveis fósseis, Portugal é completamente dependente do exterior e importou 4,4 milhões de toneladas de carvão, 12,2 milhões toneladas de petróleo, e  $4,2 \times 10^9 \text{ Nm}^3$  (44.538 GWh) de gás natural (DGEG, 2015a). No que concerne ao petróleo, Portugal exportou produtos refinados, com maior valor energético, o que será considerado neste estudo.

Na tabela 5.4 mostram-se os valores das vendas de combustível, em 2012, no Ave e em Vila Nova de Famalicão, e que correspondem à importação de combustíveis, dado que não existe produção nem refinação de produtos petrolíferos nestas regiões (INE I.P., 2014a).



Tabela 5.4 - Consumo de combustíveis na região do Ave e Vila Nova de Famalicão

| Região             | Gás natural<br>(x10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> ) | Gás<br>(x10 <sup>3</sup> ton) | Gasolina<br>(x10 <sup>3</sup> ton) | Gasóleo<br>(x10 <sup>3</sup> ton) | Fuel<br>(x10 <sup>3</sup> ton) |
|--------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Ave                | 252,7  | 24,5                          | 48,2                               | 204,8                             | 31,8                           |
| V. N. de Famalicão | 81,7   | 8,6                           | 9,4                                | 34,4                              | 6,6                            |

### 5.3 Contexto social

Na parte continental de Portugal residiam, em 2011, 9,87 milhões de habitantes. O Vale do Ave possuía uma população de pouco mais de 507 mil pessoas, e Famalicão de quase de 133 mil pessoas correspondendo a 26,2% da população total da região que integra (INE I.P., 2014a). Em termos de densidade populacional, Vila Nova de Famalicão apresentava em 2013 o valor mais elevado das três regiões, com 663,3 habitantes por km<sup>2</sup>, enquanto a região do Ave possuía 407,2 habitantes por km<sup>2</sup> e Portugal continental tinha 113,1 habitantes por km<sup>2</sup> (INE I.P., 2014a).

Durante o ano de 2013, todas as regiões perderam população, sobretudo devido à emigração, de -0,35%, de -0,40% e de -0,23%, em Portugal continental, Ave e Vila Nova de Famalicão, respetivamente (INE I.P., 2014a).

O salário médio mensal dos homens, em Portugal continental, em 2012, era de 1213 €, enquanto o das mulheres era de 957 €. No Ave os homens recebiam em média 944 € e as mulheres 763 €. Em Famalicão os homens auferiam em média 1060 € e as mulheres 801 € (INE I.P., 2014a). Esta diferença entre as remunerações dos homens e das mulheres, de aproximadamente 20%, em todos os territórios, mantém-se, quando são comparadas as mesmas qualificações profissionais, sendo sucessivamente prejudicadas as mulheres.

O salário médio mensal não depende apenas da qualificação dos trabalhadores, onde se verifica a maior disparidade quando se passa do ensino secundário para as qualificações obtidas no ensino superior, mas também da dimensão das empresas em que quanto maior for o número de trabalhadores, maior será o rendimento médio de cada um, conforme se pode verificar na tabela 5.5. Este facto deve-se à cada vez maior exigência dos grandes grupos empresariais nas qualificações dos seus quadros de pessoal, mas também à definição de empresa que se define como uma organização que agrupa indivíduos para alcançar determinados objetivos que, isoladamente, não eram capazes de alcançar, maximizando os lucros. As empresas têm por objetivo principal criar valor para as partes interessadas, tendo maior facilidade de atingir este objetivo através de uma maior escala que as tornem competitivas no mercado global.

Tabela 5.5 - Distribuição de mão-de-obra e rendimentos por tipos de empresas e qualificações (INE I.P., 2014a).

| <b>Portugal continental</b>           |          |         |         |         |            |             |              |          |              |
|---------------------------------------|----------|---------|---------|---------|------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| <b>Escalão de pessoal</b>             | 1 a 9    | 10 a 19 | 20 a 49 | 50 a 99 | 100 a 249  | 250 a 499   | 500 e mais   |          | Total        |
| Nº de trabalhadores                   | 433507   | 215827  | 294399  | 203331  | 230355     | 136046      | 397492       |          | 1910957      |
| Salário médio                         | 787,7    | 917,4   | 1019,7  | 1091,6  | 1248,7     | 1282,8      | 1433,5       |          | 1095,6       |
| <b>Qualificações</b>                  | <1ºciclo | 1ºciclo | 2ºciclo | 3ºciclo | Secundário | Bacharelato | Licenciatura | Mestrado | Doutoramento |
| Nº de trabalhadores                   | 12431    | 266457  | 311495  | 489599  | 468960     | 41171       | 291768       | 21588    | 3746         |
| Salário médio                         | 676,9    | 765,7   | 787,3   | 868,4   | 1116,2     | 1853,5      | 1901,4       | 1959,2   | 2615,1       |
| <b>Região do Ave</b>                  |          |         |         |         |            |             |              |          |              |
| <b>Escalão de pessoal</b>             | 1 a 9    | 10 a 19 | 20 a 49 | 50 a 99 | 100 a 249  | 250 a 499   | 500 e mais   |          | Total        |
| Nº de trabalhadores                   | 24658    | 14812   | 20449   | 14930   | 16500      | 10278       | 12288        |          | 113915       |
| Salário médio                         | 697,1    | 745,1   | 792,8   | 838,5   | 935,9      | 1036,7      | 1209         |          | 859,5        |
| <b>Qualificações</b>                  | <1ºciclo | 1ºciclo | 2ºciclo | 3ºciclo | Secundário | Bacharelato | Licenciatura | Mestrado | Doutoramento |
| Nº de trabalhadores                   | 722      | 21757   | 29777   | 30256   | 20188      | 1190        | 9030         | 694      | 168          |
| Salário médio                         | 648,9    | 697,3   | 703,2   | 778,7   | 967,9      | 1632,8      | 1626,1       | 1604,1   | 2124,2       |
| <b>Concelho de V. N. de Famalicão</b> |          |         |         |         |            |             |              |          |              |
| <b>Escalão de pessoal</b>             | 1 a 9    | 10 a 19 | 20 a 49 | 50 a 99 | 100 a 249  | 250 a 499   | 500 e mais   |          | Total        |
| Nº de trabalhadores                   | 6000     | 3660    | 5360    | 3543    | 5656       | 3094        | 5260         |          | 32573        |
| Salário médio                         | 714,2    | 755,8   | 821,7   | 871,9   | 972,2      | 1205,6      | 1319         |          | 942,9        |
| <b>Qualificações</b>                  | <1ºciclo | 1ºciclo | 2ºciclo | 3ºciclo | Secundário | Bacharelato | Licenciatura | Mestrado | Doutoramento |
| Nº de trabalhadores                   | 272      | 5260    | 8084    | 8676    | 6550       | 468         | 2994         | 194      | 41           |
| Salário médio                         | 648      | 747,3   | 741,3   | 838,1   | 1060,7     | 1736,4      | 1714,4       | 1649,6   | 2262,3       |

## 5.4 Contexto económico

No ano 2013, o PIB estimado de Portugal (incluindo os arquipélagos da Madeira e dos Açores) foi de 225 mil M\$ (Ministério da Economia, 2015a). Considerando que este valor correspondia, no mesmo ano, pela mesma fonte, a 169 mil M€, pode-se calcular o valor de conversão das unidades monetárias em 1,328 €/\$. Segundo o INE I.P., o PIB em Portugal continental e na região do Ave foi, nesse ano, de 163,3 mil M€ e 6,5 mil M€ (INE I.P., 2014a), respetivamente, correspondendo a 216,8 mil M\$ e 8,6 mil M\$. Relativamente ao concelho de Famalicão, na ausência de melhores dados, estima-se através de ponderação populacional (26,2%) o PIB de 2,25 mil M\$. Em 2013, o PIB mundial foi de 76.124 mil M\$ (World Bank Group, 2015).

A figura 5.3 mostra que, em 2013, as diferentes regiões em Portugal apresentam disparidades relativamente às origens dos seus rendimentos. O Centro e o Norte do país contribuem para as exportações sobretudo através da indústria, enquanto o Alentejo

destaca-se pela agricultura. As restantes regiões valorizam as exportações com os serviços, salientando-se a região de Lisboa, com 61% das exportações a surgir deste parâmetro (Gonçalves, 2014). O Vale do Ave e o concelho de Vila Nova de Famalicão, situados no norte de Portugal continental, apresentam um tecido industrial relevante, comparativamente com o setor dos serviços, nomeadamente o turismo, que tem uma contribuição diminuta.

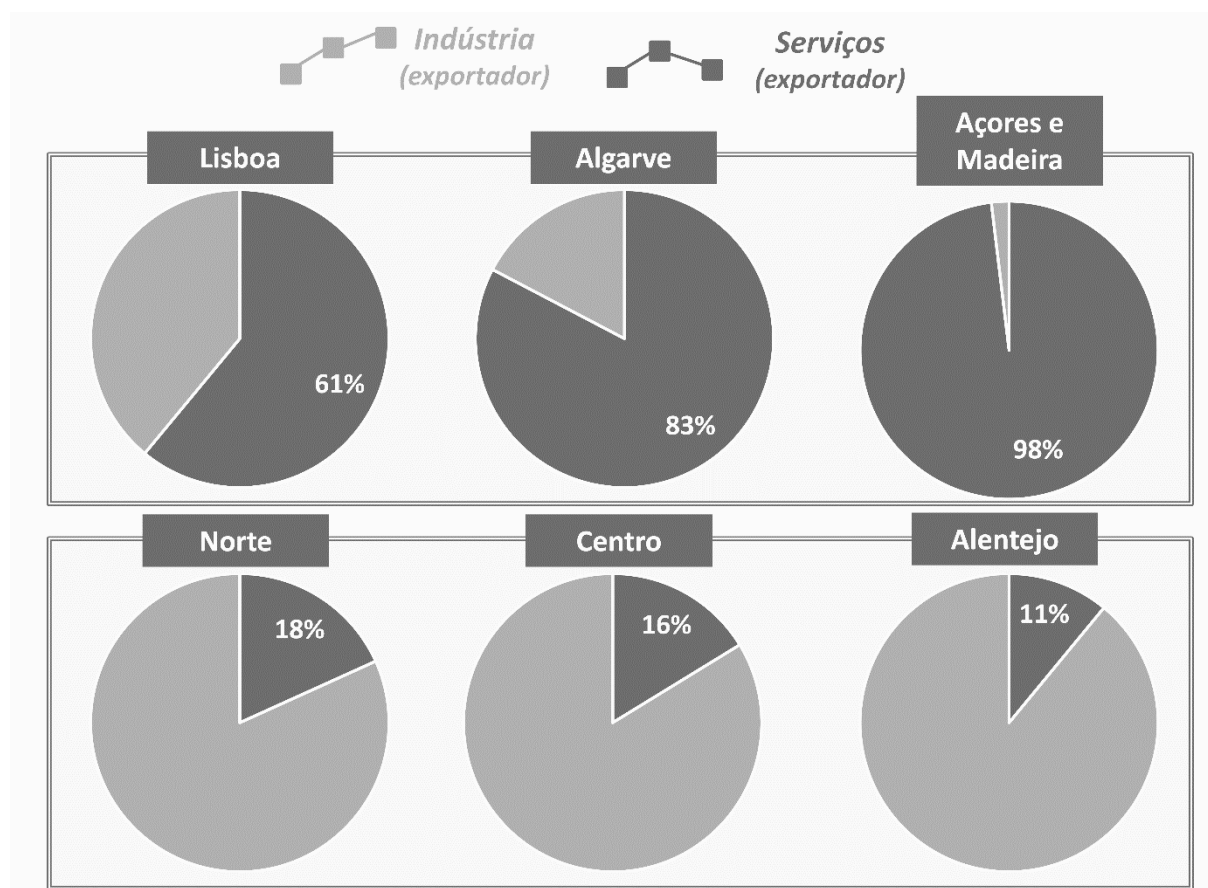


Figura 5.3 - Peso do setor dos serviços em Portugal nas diferentes regiões em 2013 (Gonçalves, 2014)

Na tabela 5.6 mostra-se as contribuições, em termos de volume de negócios, das diferentes indústrias em 2012. As indústrias alimentares, a transformação de produtos metálicos, a transformação de produtos minerais, a indústria automóvel e a fabricação de produtos de borracha, foram as principais atividades económicas de Portugal continental no setor industrial. No Vale do Ave prevaleciam a fabricação de produtos de borracha, a fabricação de têxteis e a indústria do vestuário, seguidas, numa menor escala, das indústrias de transformação de produtos metálicos e da indústria do couro. Em Vila Nova de Famalicão, a empresa Continental Mabor, indústria de pneus, é responsável por 46% do volume de negócios da região.

Tabela 5.6 – Volume de negócios das empresas das indústrias transformadoras (INE I.P., 2014a).

| Classificação das Atividades Económicas      | Portugal             |      | Região do Ave        |      | V. N. de Famalicão   |      |
|--|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|
|  | (x10 <sup>6</sup> €) | %    | (x10 <sup>6</sup> €) | %    | (x10 <sup>6</sup> €) | %    |
| 10 - Indústrias alimentares                  | 1935                 | 12,1 | 82                   | 4,7  | 49,5                 | 6,9  |
| 11 - Indústria das bebidas                   | 645                  | 4,0  | ---                  | 0,0  | 0,2                  | 0,0  |
| 12 - Indústria do tabaco                     | 78                   | 0,5  | 0                    | 0,0  | 0                    | 0,0  |
| 13 - Fabricação de têxteis                   | 699                  | 4,4  | 384                  | 22,2 | 101,5                | 14,2 |
| 14 - Indústria do vestuário                  | 945                  | 5,9  | 304                  | 17,5 | 83,3                 | 11,7 |
| 15 - Indústria do couro                      | 674                  | 4,2  | 103                  | 6,0  | 10,0                 | 1,4  |
| 16 - Indústria da madeira                    | 606                  | 3,8  | 14                   | 0,8  | 4,0                  | 0,6  |
| 17- Fabricação de pasta de papel             | 818                  | 5,1  | 18                   | 1,0  | ---                  | 0,0  |
| 18 - Impressão de suportes                   | 399                  | 2,5  | 21                   | 1,2  | 3,3                  | 0,5  |
| 19 - Fabricação de combustíveis              | 293                  | 1,8  | 0                    | 0,0  | 0                    | 0,0  |
| 20 - Fabricação de químicos                  | 580                  | 3,6  | 8                    | 0,5  | 1,0                  | 0,1  |
| 21 - Fabricação de produtos farmacêuticos    | 389                  | 2,4  | 37                   | 2,1  | ---                  | 0,0  |
| 22 - Fabricação de produtos de borracha      | 984                  | 6,1  | 396                  | 22,9 | 329,8                | 46,2 |
| 23 - Fabrico de outros produtos minerais     | 1129                 | 7,0  | ---                  | 0,0  | 8,5                  | 1,2  |
| 24 - Indústrias metalúrgicas de base         | 285                  | 1,8  | 25                   | 1,4  | 8,5                  | 1,2  |
| 25 – Fabricação de produtos metálicos        | 1731                 | 10,8 | 115                  | 6,7  | 20,5                 | 2,9  |
| 26 - Fabricação de produtos informáticos     | 300                  | 1,9  | 21                   | 1,2  | 20,0                 | 2,8  |
| 27 - Fabricação de equipamento elétrico      | 591                  | 3,7  | 6                    | 0,4  | 5,5                  | 0,8  |
| 28 – Fabricação de equipamentos              | 709                  | 4,4  | 45                   | 2,6  | 20,7                 | 2,9  |
| 29 - Fabricação de automóveis                | 1014                 | 6,3  | 78                   | 4,5  | 29,0                 | 4,1  |
| 30 - Fabricação de equipamento de transporte | 99                   | 0,6  | 0                    | 0,0  | 0                    | 0,0  |
| 31 - Fabricação de mobiliário e colchões     | 387                  | 2,4  | 13                   | 0,8  | 3,2                  | 0,5  |
| 32 – Outras indústrias transformadoras       | 269                  | 1,7  | 18                   | 1,0  | 9,8                  | 1,4  |
| 33 – Reparação de máquinas e equipamentos    | 491                  | 3,1  | 6                    | 0,4  | 2,4                  | 0,3  |
| Total  | 16049                | 100  | 1730                 | 100  | 713,2                | 100  |

O Valor Acrescentado Bruto (VAB), que representa a soma do volume de negócios com a variação de existências, os trabalhos para a própria empresa e os proveitos suplementares, menos os custos das matérias-primas, das matérias consumidas, dos fornecimentos e dos serviços externos, será usado para estimar o valor dos serviços e bens comercializados. Em 2012, Portugal continental teve um VAB de 73,6 mil M€. O Ave alcançou um VAB de 3 mil M€ e Vila Nova de Famalicão 1,1 mil M€, que representam 4,11% e 1,47% do total do valor de Portugal continental, respetivamente (INE I.P., 2014a).

### 5.4.1 Comércio Internacional

O transporte das mercadorias, em 2013, foi maioritariamente feito através da via marítima, tanto nas importações como nas exportações, enquanto o transporte ferroviário foi o menos utilizado, em benefício do transporte rodoviário, que é menos eficiente (INE I.P., 2014c). Esta opção prejudica a eficiência do sistema económico do país, porque o transporte rodoviário consome mais combustível por tonelada de mercadoria transportada, comparativamente ao transporte ferroviário. Os dados referentes ao transporte internacional de mercadorias estão presentes nos quadros do anexo E e estão resumidos no apêndice A.

Conforme se verifica na tabela 5.7, os parceiros comerciais preferenciais estão situados na União Europeia (UE), colocando as três regiões deste estudo numa situação periclitante, no caso de uma crise económica nesse espaço (INE I.P., 2014a).

Tabela 5.7 -Comércio internacional declarado de mercadorias (INE, I.P., 2014a)

|                               | Exportações (x10 <sup>6</sup> €) |          |          | Importações (x10 <sup>6</sup> €) |          |          |
|-------------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------------------------------|----------|----------|
|                               | Total                            | Intra-UE | Extra-UE | Total                            | Intra-UE | Extra-UE |
| <b>Portugal continental</b>   | 45263                            | 31968    | 13294    | 53348                            | 37875    | 15474    |
| <b>Região do Ave</b>          | 4141                             | 3372     | 768      | 2338                             | 1668     | 669      |
| <b>Vila Nova de Famalicão</b> | 1645                             | 1290     | 355      | 854                              | 628      | 226      |

As 10 maiores empresas exportadoras foram responsáveis por cerca de 25% das exportações nacionais para a UE. Em 2013, as 5 maiores empresas exportadoras de bens no global do comércio internacional foram responsáveis por 19,3% do valor exportado e as 10 maiores empresas por 24,4%. As 500 maiores empresas exportadoras de bens dos mercados externos concentraram 71,4% do valor transacionado (INE I.P., 2014d).

Para estes volumes de exportações destacaram-se, na região do Ave, em 2013, a Continental Mabor – Indústria de pneus, S.A., a Coindu – Componentes para a indústria automóvel, S.A., situadas em Vila Nova de Famalicão, e a Intraplás – Indústria transformadora de plásticos, ocupando as posições 6, 51 e 59 em termos de exportações, conforme se pode observar tabela 5.8 (Diário Económico, 2014).

Tabela 5.8 - Empresas exportadoras por volume de negócios, 2013.

| Empresa                            | Ranking nacional | Concelho da sede   | Exportações (x10 <sup>6</sup> €) | Importações (x10 <sup>6</sup> €) |
|------------------------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Petróleos de Portugal - Petrogal   | 1                | Sines              | 4.178                            | 7.118                            |
| Transportes Aéreos Portugueses     | 2                | Lisboa             | 2.282                            | 705                              |
| Volkswagen Autoeuropa              | 3                | Palmela            | 1.292                            | 758                              |
| Galp – Gás Natural                 | 4                | Lisboa             | 1.244                            | 2.316                            |
| Portucel Soporcel Fine Paper       | 5                | Setúbal            | 1.201                            | 57                               |
| Continental Mabor - Ind. de Pneus  | 6                | V. N. de Famalicão | 775                              | 361                              |
| Coindu - Comp. Indústria Automóvel | 51               | V. N. de Famalicão | 113                              | 75                               |
| Intraplás – Ind. Transf. Plásticos | 59               | Santo Tirso        | 103                              | 87                               |

No retrato territorial apresentado na figura 5.4, ao nível das sub-regiões NUTS III, a proporção de vendas e prestações de serviços para o mercado externo revela maior importância do mercado internacional nas sociedades sedeadas nas sub-regiões Ave, Alto Minho e Tâmega e Sousa, no Norte, bem como na Região de Aveiro e nas sub-regiões do Alentejo Litoral e do Baixo Alentejo (quotas superiores a 30% do volume de negócios total das sociedades sedeadas nas respetivas sub-regiões).

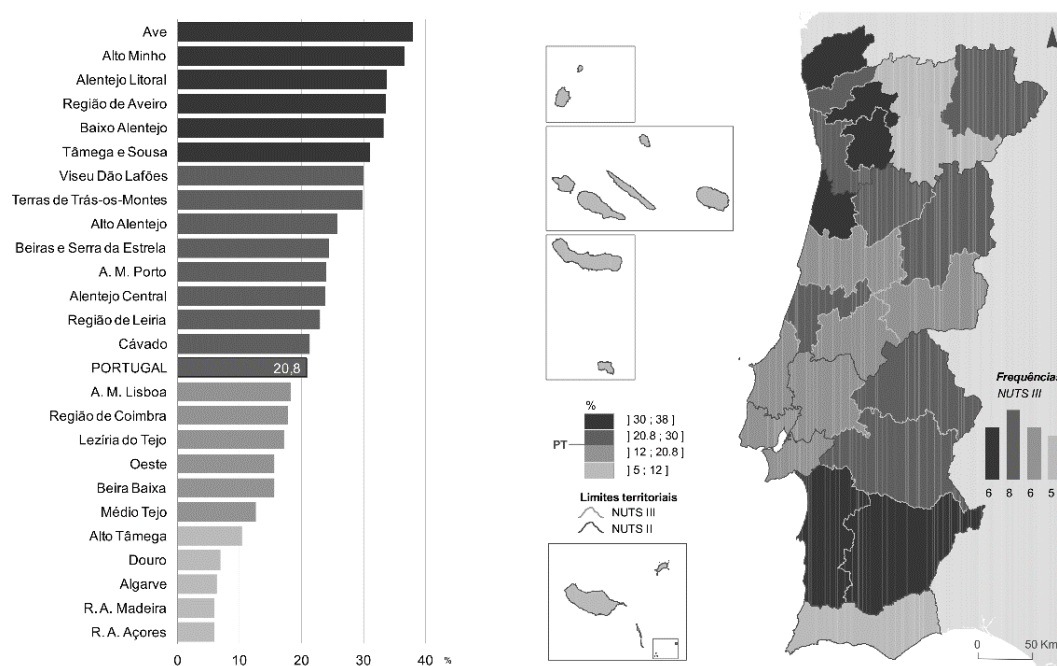


Figura 5.4 - Proporção de vendas e prestações de serviços para o mercado externo no volume de negócios das sociedades, segundo a localização da sede da sociedade, Portugal e NUTS III, 2013.

Salienta-se, em particular, a região Norte pelo elevado contributo das sociedades exportadoras para o volume de negócios e VAB das sociedades sedeadas na região: cerca de 41% e 40%, respetivamente. Nesta região, as sociedades exportadoras eram, em 2013, responsáveis por cerca de metade do volume de negócios e do VAB das sub-regiões Ave e Alto Minho (INE I.P., 2015).

#### 5.4.2 Peso do Estado na economia Portuguesa

O Estado é o maior empregador da economia portuguesa, com mais de 563 mil funcionários em 2013 (Duarte & Pinheiro, 2014). Por este motivo é importante verificar de que forma o Estado português distribui o dinheiro obtido, sobretudo através dos impostos. Na tabela 5.9 mostram-se os valores da execução dos Orçamentos do Estado (OE) de 2013

e 2014, onde se destaca o valor negativo do saldo primário, em 2013, de -822 milhões de euros, o que significa que o Governo português teve uma despesa superior à receita, mesmo descontando o custo associado aos juros da dívida pública (Ministério da Economia, 2015b).

Tabela 5.9 - Execução dos Orçamentos de Estado de 2013 e 2014.

|   | 2013                  | 2014  | 2013                                     | 2014  |
|---|-----------------------|-------|--|-------|
|   | janeiro a dezembro    |       | janeiro a dezembro                       |       |
|   | 10 <sup>6</sup> euros |       | Exec. face ao OE corrig <sup>*</sup> (%) |       |
| <b>Receita Total</b>  | 41216                 | 41311 | 102,5                                    | 98,5  |
| Receita corrente  | 40527                 | 40964 | 103,0                                    | 99,2  |
| Impostos diretos  | 17415                 | 17533 | 105,4                                    | 99,9  |
| Impostos indiretos  | 18858                 | 19578 | 102,5                                    | 100   |
| <b>Despesa Total</b>  | 48881                 | 48404 | 99,9                                     | 98,1  |
| Despesa corrente  | 47232                 | 47107 | 100,1                                    | 98,5  |
| Despesas com pessoal  | 9235                  | 9321  | 101,2                                    | 98,8  |
| Aquisição de bens e serviços  | 1614                  | 1511  | 95,4                                     | 101,3 |
| Subsídios   | 406                   | 211   | 167,2                                    | 93,8  |
| Juros   | 6843                  | 7009  | 100,6                                    | 98,5  |
| Transferências correntes para a AP  | 25910                 | 25732 | 100,7                                    | 99,6  |
| <b>Saldo Global</b>   | -7665                 | -7092 |  |       |
| <b>Saldo Primário</b>   | -822                  | -83   |  |       |
| Nota: <sup>*</sup> Corresponde ao Orçamento de Estado retificativo corrigido das alterações orçamentais da competência do Governo, nomeadamente, os montantes cativos utilizados, as alterações de despesa, e os reforços de dotação provisional face à execução final do ano anterior. |                       |       |  |       |

Na figura 5.5 observa-se que o peso do emprego nas administrações públicas na população ativa em Portugal reduziu-se, entre 2001 e 2011, para 11%, contrastando com os valores próximos de 30% presentes na Noruega e na Dinamarca, observando-se os dados dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) (Duarte & Pinheiro, 2014).

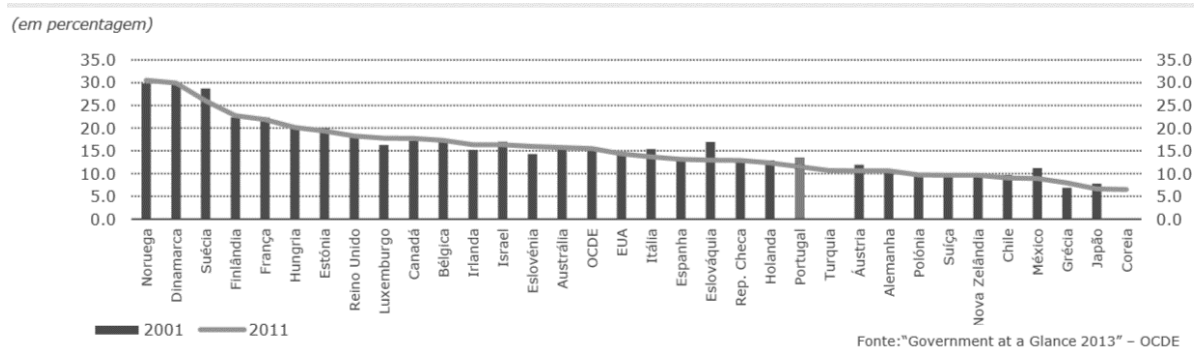


Figura 5.5 - Peso do emprego nas administrações públicas na população ativa para os países da OCDE (Duarte & Pinheiro, 2014).

Os encargos com os funcionários do setor público português são relativamente aproximados aos valores médios da UE, conforme se verifica na tabela 5.10, em que, em 2012, outros indicadores são próximos às médias da UE e da Zona Euro, nomeadamente os 20,8% do peso do pessoal nas despesas totais do Estado e os 10% referentes às despesas com pessoal em percentagem do PIB.

Contudo, será redutor considerar apenas os valores da tabela 5.10, ignorando-se que a maior despesa do Estado português se encontra na despesa corrente, conforme se verifica na tabela 5.9, e que as despesas com pessoal apenas representam 19,6% (9,2 mil milhões de euros, em 2013) dessa despesa. Na despesa corrente englobam-se os materiais de consumo, serviços fornecidos por terceiros, energia, água, telecomunicações, gastos com obras de conservação ou adaptação de bens imóveis, que dependem de decisões políticas, realizadas por pessoas, que condicionam de forma substancial a economia de um país. A pergunta não será, portanto, se há muitos ou poucos funcionários do setor público, mas se esses funcionários tomam as decisões adequadas e proficientes que acrescentem valor à economia.



Tabela 5.10 - Emprego dos funcionários do setor público (Duarte &amp; Pinheiro, 2014).

| Peso do emprego na administração pública          |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|---|-----------------------|--------|-----------|-----------------------|---------|--------|--------------------------------|----------|--------|
|   | Administração pública |        |           | Administração central |         |        | Administração regional e local |          |        |
|   | 2011                  | 2012   | 2013      | 2011                  | 2012    | 2013   | 2011                           | 2012     | 2013   |
| Núm. de empregados no setor público               | 612566                | 585600 | 563739    | 458951                | 437081  | 419406 | 153615                         | 148519   | 144333 |
| Peso na população ativa                           | 11,1%                 | 10,7%  | 10,7%     | 8,3%                  | 8,0%    | 7,9%   | 2,8%                           | 2,7%     | 2,7%   |
| Peso na população empregada                       | 12,7%                 | 12,9%  | 12,6%     | 9,5%                  | 9,6%    | 9,4%   | 3,2%                           | 3,3%     | 3,2%   |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
| Despesas com pessoal no setor público (2012)      |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   | EU-27                 |        | Zona Euro | Alemanha              | Espanha | França | Itália                         | Portugal |        |
| Despesas com pessoal (milhões de euros)           | 1379495               |        | 993721    | 203210                | 116087  | 267705 | 165366                         | 16309    |        |
| Peso do pessoal nas despesas totais do Estado     | 21,6%                 |        | 21,0%     | 17,1%                 | 23,6%   | 23,3%  | 20,9%                          | 20,8%    |        |
| Despesas com pessoal em percentagem do PIB        | 10,7%                 |        | 10,5%     | 7,6%                  | 11,2%   | 13,2%  | 10,6%                          | 10,0%    |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
| Emprego nas Entidades Públicas Empresariais (EPE) |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   | 2011                  |        |           | 2012                  |         |        | 2013                           |          |        |
| EPE da Administração Central                      | 5536                  |        |           | 5511                  |         |        | 5010                           |          |        |
| EPE Regional (Açores)                             | 126                   |        |           | 104                   |         |        | 118                            |          |        |
| Administração Central (total)                     | 458951                |        |           | 437081                |         |        | 419336                         |          |        |
| Administração regional e local (total)            | 153615                |        |           | 148519                |         |        | 144333                         |          |        |
| Administração pública (total)                     | 612566                |        |           | 585600                |         |        | 563739                         |          |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
| Remunerações médias mensais nas EPE (em euros)    |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |
|   | 2011                  |        |           | 2012                  |         |        | 2013                           |          |        |
| EPE da Administração Central                      | 1856,6                |        |           | 1799,1                |         |        | 1784,7                         |          |        |
| EPE Regional (Açores)                             | 1733,8                |        |           | 1712,0                |         |        | 1561,8                         |          |        |
| Administração Central                             | 1751,8                |        |           | 1748,4                |         |        | 1748,7                         |          |        |
| Administração regional e local                    | 1159,2                |        |           | 1157,8                |         |        | 1155,9                         |          |        |
| Administração pública                             | 1599,9                |        |           | 1594,5                |         |        | 1593,1                         |          |        |
|   |                       |        |           |                       |         |        |                                |          |        |

A contribuição do Estado para a eficiência da gestão dos recursos do país são ponderados com o PIB, os serviços de apoio à exportação ou à importação, através da energia, da água e do consumo de minerais ou de metais para a área da construção. Todavia, outros setores do Estado influenciam o futuro como, por exemplos, o sistema educativo, a cultura, a justiça, a saúde pública, a regulação dos sistemas financeiros, a distribuição de subsídios ou a cobrança de impostos, que determinam quais as opções de desenvolvimentos ambiental, social e económico.

Relativamente às opções políticas relativas às despesas do Estado, no ponto seguinte, apenas será referido o setor dos transportes públicos, como exemplo de governação dos recursos públicos, comparativamente aos outros países europeus, e que podem condicionar a eficiência e produtividade de um país ou de uma região.

#### **5.4.3 Sistema de transportes de pessoas em Portugal**

O comprimento das autoestradas aumentou 4 vezes, em 10 anos, entre 1990 e 1999, enquanto o comprimento das ferrovias sofreu uma redução de 22%, sendo estes dois valores os maiores da Europa (EUROSTAT, 2002).

Cerca de 20% da rede rodoviária nacional é constituída por autoestradas, o que representa 305 km de autoestradas por milhão de habitantes e 34 km por 1000 km<sup>2</sup>, considerando a população e a área de Portugal continental. A densidade desta rede está posicionada acima da média europeia, considerando os dados estatísticos do Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Leitão & Botelho, 2014)

A maior densidade de estradas regista-se no Porto com 0,38 km/km<sup>2</sup>, seguido do distrito de Braga com 0,32 km/km<sup>2</sup>, e Lisboa com 0,30 km/km<sup>2</sup>. No entanto, a Área Metropolitana de Lisboa tem a maior densidade de autoestradas do país, seguindo-se a região do Porto, revelando que as rodovias em Portugal estão situadas sobretudo no Litoral (Leitão & Botelho, 2014).

Para a deslocação em Portugal, os cidadãos usam preferencialmente o automóvel, tendo havido um aumento de 84,9% em 2002, para 89,3% em 2012, contrariamente à média dos estados membros da UE que reduziram o uso de transporte próprio, de 83,6% para 83,3% no mesmo período, registando-se um aumento da utilização de transportes coletivos, nomeadamente os comboios, mais eficientes em termos energéticos (EUROSTAT, 2014).

No transporte ferroviário de passageiros na UE, Portugal tem um dos valores mais baixos, com 377 km/hab em 2010, um valor distante de países como a França (1222 km/hab em 2009), Suécia (1143 km/hab), Dinamarca (1042 km/hab) ou Alemanha (960 km/hab) (EUROSTAT, 2013). Os quadros completos que refletem estes valores encontram-se no anexo G.

Os dados anteriores mostram que os governos em Portugal têm privilegiado o transporte rodoviário individual, promovendo o consumo de combustíveis de origem fóssil, o consumo privado na aquisição de automóveis, com elevadas receitas fiscais associadas a

este tipo de consumo, que no curto prazo melhoram o PIB, mas com prejuízo da eficiência da produtividade do país e da sua sustentabilidade a longo prazo.

## **6. Resultados da avaliação emergética das regiões em estudo**

Na avaliação emergética das regiões, quando não existiam dados referentes ao ano de 2013, foram utilizados dados de 2012, privilegiando-se informações de fontes comuns aos 2 anos, porque algumas das informações estatísticas disponibilizadas ainda são provisórias e contraditórias. Como exemplo, no mesmo documento do INE do qual se mostram algumas tabelas com dados relevantes para os cálculos emergéticos, no anexo D, referente a estatísticas agrícolas, enquanto na página 131 o valor da produção de carne e miudezas comestíveis, em 2011, foi de 796 mil toneladas, na página 134, só a produção de carne foi de 875 mil toneladas.

Do apêndice B ao apêndice G estão calculados todos os itens presentes nas tabelas para as avaliações emergéticas das regiões, através dos dados apresentados no capítulo anterior e de documentos oficiais de entidades públicas, nomeadamente o INE ou o Banco de Portugal, cujos extratos relevantes estão explícitos nos anexos desta dissertação

Os UEV, nomeadamente transformidades e emergia específica, foram obtidos das bases de dados da *International Society for the Advancement of Emergy Research* (ISAER, 2009; ISAER, 2010)), escolhendo sempre que possível os dados mais recentes e de regiões com características semelhantes à economia portuguesa.

A água existente nos aquíferos e nos rios não foi diretamente considerada neste estudo, apesar de se reconhecer que a água é essencial à vida e que o seu consumo e as suas existências devem ser devidamente monitorizados. Indiretamente, estes valores estão contabilizados através dos dados da pluviosidade e da produção de energia hídrica. Não foram avaliadas as erosões e perdas orgânicas de solo produzidas pelas correntes dos rios. No caso do rio Ave, as taxas de erosão também seriam baixas dado o seu leito ser maioritariamente de xisto (Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão, 2004). Igualmente, não foram consideradas, em todas as regiões, as perdas associadas aos incêndios, nomeadamente a perda de biomassa que desapareceu do sistema ecológico e cuja regeneração pode demorar décadas.

### **6.1 Indicadores emergéticos de Portugal continental**

Na tabela 6.1 apresentam-se os itens emergéticos referentes a Portugal continental e que foram calculados no apêndice B.

Tabela 6.1- Tabela emergética de Portugal continental em 2013

|    | Item                                     | Unidades                 | UEV                          | Energia Solar $\left(\frac{\text{seJ}}{\text{ano}}\right)$ |
|----|--|--------------------------|------------------------------|--|
|    | <b>Recursos renováveis</b>               |                          |                              |  |
| 1  | Luz solar                                | $5,14 \times 10^{20}$ J  | 1                            | $5,14 \times 10^{20}$                                      |
| 2a | Chuva, química (terrestre)               | $2,46 \times 10^{17}$ J  | $3,05 \times 10^4$ seJ/J     | $7,50 \times 10^{21}$                                      |
| 2b | Chuva, química (plataforma continental)  | $5,81 \times 10^{16}$ J  | $3,05 \times 10^4$ seJ/J     | $1,77 \times 10^{21}$                                      |
| 3  | Chuva, geopotencial                      | $9,18 \times 10^{16}$ J  | $4,66 \times 10^4$ seJ/J     | $4,28 \times 10^{21}$                                      |
| 4  | Vento                                    | $2,31 \times 10^{18}$ J  | $2,45 \times 10^3$ seJ/J     | $5,66 \times 10^{21}$                                      |
| 5  | Ondas                                    | $4,73 \times 10^{17}$ J  | $5,11 \times 10^4$ seJ/J     | $2,42 \times 10^{22}$                                      |
| 6  | Marés                                    | $1,20 \times 10^{17}$ J  | $7,39 \times 10^4$ seJ/J     | $8,87 \times 10^{21}$                                      |
| 7  | Ciclo terrestre                          | $1,80 \times 10^{17}$ J  | $1,20 \times 10^4$ seJ/J     | $2,16 \times 10^{21}$                                      |
|    | <b>Energia renovável endógena</b>        |                          |                              |  |
| 8  | Energia renovável                        | $1,10 \times 10^{17}$ J  | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $1,28 \times 10^{22}$                                      |
| 9  | Produção agrícola                        | $5,55 \times 10^6$ ton   | $3,93 \times 10^9$ seJ/g     | $2,18 \times 10^{22}$                                      |
| 10 | Produção pecuária                        | $2,25 \times 10^6$ ton   | $2,36 \times 10^{10}$ seJ/g  | $5,32 \times 10^{22}$                                      |
| 11 | Produção piscícola                       | $1,73 \times 10^5$ ton   | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | $4,30 \times 10^{21}$                                      |
| 12 | Produção biomassa                        | $3,90 \times 10^5$ ton   | $2,44 \times 10^{11}$ seJ/kg | $9,50 \times 10^{19}$                                      |
| 13 | Extração florestal                       | $7,19 \times 10^6$ ton   | $3,50 \times 10^{11}$ seJ/kg | $2,52 \times 10^{22}$                                      |
| 14 | Eletricidade consumida                   | $1,64 \times 10^{17}$ J  | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $1,90 \times 10^{22}$                                      |
|    | <b>Recursos não renováveis endógenos</b> |                          |                              |  |
| 15 | Minerais e fertilizantes                 | $4,67 \times 10^7$ ton   | $7,87 \times 10^9$ seJ/g     | $3,68 \times 10^{23}$                                      |
| 16 | Metais                                   | $4,39 \times 10^5$ ton   | $8,34 \times 10^{10}$ seJ/g  | $4,30 \times 10^{23}$                                      |
| 17 | Perda de solo                            | $2,25 \times 10^7$ ton   | $1,68 \times 10^5$ seJ/g     | $3,78 \times 10^{22}$                                      |
|    | <b>Importações</b>                       |                          |                              |  |
| 18 | Combustíveis                             | $9,30 \times 10^{17}$ J  | $8,80 \times 10^4$ seJ/J     | $8,18 \times 10^{22}$                                      |
| 19 | Eletricidade                             | $1,88 \times 10^{16}$ J  | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $2,18 \times 10^{21}$                                      |
| 20 | Produtos agrícolas                       | $5,94 \times 10^6$ ton   | $1,06 \times 10^{10}$ seJ/g  | $6,27 \times 10^{22}$                                      |
| 21 | Produtos de pecuária                     | $7,73 \times 10^5$ ton   | $2,33 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,80 \times 10^{22}$                                      |
| 22 | Produtos piscícolas                      | $4,78 \times 10^5$ ton   | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,20 \times 10^{22}$                                      |
| 23 | Minerais                                 | $1,03 \times 10^6$ ton   | $3,40 \times 10^9$ seJ/g     | $3,85 \times 10^{21}$                                      |
| 24 | Metais                                   | $9,93 \times 10^3$ ton   | $7,00 \times 10^{10}$ seJ/g  | $6,95 \times 10^{20}$                                      |
| 25 | Metais transformados                     | $2,04 \times 10^6$ ton   | $7,00 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,43 \times 10^{23}$                                      |
| 26 | Minerais transformados                   | $7,44 \times 10^5$ ton   | $3,48 \times 10^9$ seJ/g     | $2,59 \times 10^{21}$                                      |
| 27 | Produtos transformados                   | $2,02 \times 10^6$ ton   | $8,91 \times 10^9$ seJ/g     | $1,80 \times 10^{22}$                                      |
| 28 | Fertilizantes                            | $3,92 \times 10^5$ ton   | $3,98 \times 10^9$ seJ/g     | $1,56 \times 10^{21}$                                      |
| 29 | Produtos químicos, plásticos e borracha  | $2,87 \times 10^6$ ton   | $5,76 \times 10^9$ seJ/g     | $1,65 \times 10^{22}$                                      |
| 30 | Material de transporte                   | $5,74 \times 10^5$ ton   | $1,96 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,13 \times 10^{22}$                                      |
| 31 | Serviços                                 | $1,46 \times 10^{10}$ \$ | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $2,41 \times 10^{22}$                                      |
| 32 | Serviços sobre os bens importados        | $7,25 \times 10^{10}$ \$ | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $1,20 \times 10^{23}$                                      |
|    | <b>Exportações</b>                       |                          |                              |  |
| 33 | Combustíveis                             | $4,74 \times 10^{17}$ J  | $1,01 \times 10^5$ seJ/J     | $4,77 \times 10^{22}$                                      |
| 34 | Eletricidade                             | $8,81 \times 10^{15}$ J  | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $1,02 \times 10^{21}$                                      |
| 35 | Produtos agrícolas                       | $2,61 \times 10^6$ ton   | $2,94 \times 10^9$ seJ/g     | $7,67 \times 10^{21}$                                      |
| 36 | Produtos de pecuária                     | $4,73 \times 10^5$ ton   | $1,69 \times 10^{10}$ seJ/g  | $7,98 \times 10^{21}$                                      |
| 37 | Produtos piscícolas                      | $2,74 \times 10^5$ ton   | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | $7,48 \times 10^{21}$                                      |
| 38 | Minerais                                 | $2,95 \times 10^6$ ton   | $4,47 \times 10^9$ seJ/g     | $1,32 \times 10^{21}$                                      |
| 39 | Metais                                   | $4,45 \times 10^5$ ton   | $9,75 \times 10^{10}$ seJ/g  | $4,34 \times 10^{21}$                                      |
| 40 | Metais transformados                     | $2,50 \times 10^6$ ton   | $9,75 \times 10^{10}$ seJ/g  | $2,44 \times 10^{23}$                                      |
| 41 | Minerais transformados                   | $6,49 \times 10^6$ ton   | $3,48 \times 10^9$ seJ/g     | $2,26 \times 10^{22}$                                      |
| 42 | Produtos transformados                   | $4,27 \times 10^6$ ton   | $5,06 \times 10^9$ seJ/g     | $2,16 \times 10^{22}$                                      |
| 43 | Fertilizantes                            | $2,05 \times 10^5$ ton   | $4,20 \times 10^9$ seJ/g     | $8,60 \times 10^{20}$                                      |
| 44 | Produtos químicos, plásticos e borracha  | $2,91 \times 10^6$ ton   | $5,76 \times 10^9$ seJ/g     | $1,68 \times 10^{22}$                                      |
| 45 | Material de transporte                   | $7,99 \times 10^5$ ton   | $1,96 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,57 \times 10^{22}$                                      |
| 46 | Serviços                                 | $2,91 \times 10^{10}$ \$ | $4,33 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $1,26 \times 10^{23}$                                      |
| 47 | Serviços sobre bens exportados           | $6,19 \times 10^{10}$ \$ | $4,33 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $2,68 \times 10^{23}$                                      |

Na avaliação emergética de Portugal continental acrescentaram-se os parâmetros relativos aos serviços sobre os bens importados e exportados, porque no cálculo dos diferentes itens transformados apenas foram consideradas as matérias-primas, excluindo-se os outros custos produtivos, nomeadamente a mão-de-obra.

Para o parâmetro da EMR mundial ( $P_2$ ) foi usado o valor de  $1,65 \times 10^{12}$  seJ/\$, através da extrapolação dos valores apresentados no gráfico da figura 6.1 (Brown & Ulgiati, 2011).

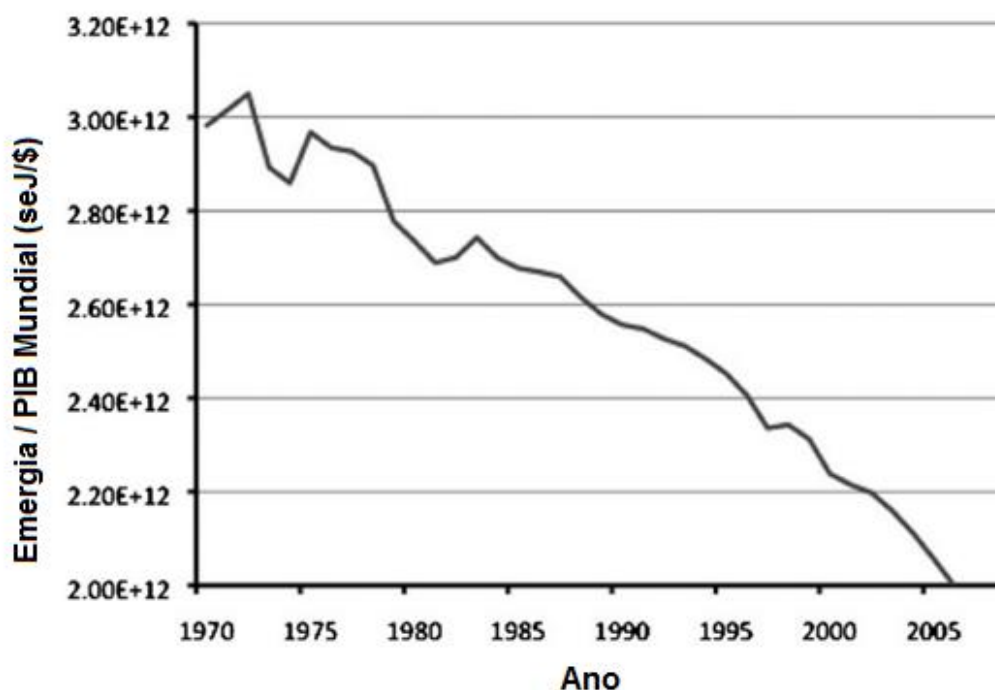


Figura 6.1 - Variação da razão de energia por moeda mundial entre 1970e 2006 (Brown & Ulgiati, 2011).

Salienta-se, no entanto, que existem diferentes valores para a EMR mundial em múltiplos estudos que não estão devidamente fundamentados, porque ignoram as evoluções do PIB mundial, da inflação e das maiores eficiências e consequentes reduções das transformidades dos sistemas produtivos (Odum, 1996; Campbell et al., 2014). Deve-se, portanto, formalizar as fontes dos dados, detalhar os diferentes itens emergéticos, apresentar todos os cálculos de conversão de energia e das transformidades, para reforçar a credibilidade nas análises emergéticas (Sweeney et al., 2007).

O valor da EMR de Portugal continental foi calculado no apêndice C, assim como os valores dos indicadores emergéticos que são apresentados na tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Indicadores emergéticos de Portugal continental em 2013.

| Item   | Expressão                     | Quantidade             | Unidade                   |
|--|-------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 Fluxo de energia renovável                     | $R$                           | $3,59 \times 10^{22}$  | seJ/ano                   |
| 2 Fluxo de reservas endógenas não renováveis     | $N=N_0+N_1+N_2$               | $4,49 \times 10^{23}$  | seJ/ano                   |
| 3 Fluxo de energia importada                     | $F+G+P_2I$                    | $5,18 \times 10^{23}$  | seJ/ano                   |
| 4 Fluxo de energia total entrada                 | $R+N+F+G+P_2I$                | $1,00 \times 10^{24}$  | seJ/ano                   |
| 5 Fluxo de energia total utilizada (U)           | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$        | $9,75 \times 10^{23}$  | seJ/ano                   |
| 6 Fluxo de energia total exportada               | $N_2+B+P_1E$                  | $8,44 \times 10^{23}$  | seJ/ano                   |
| 7 Razão energia por dólar ( $P_1$ )              | $P_1=U/PIB$                   | $4,33 \times 10^{12}$  | seJ/\$                    |
| 8 Percentagem de eletricidade por energia usada  | Eletricidade/U                | 1,95%                  |                           |
| 9 Razão de combustível por pessoa                | Combustível/população         | $3,45 \times 10^{15}$  | seJ/hab                   |
| 10 Energia por pessoa                            | U/população                   | $9,88 \times 10^{16}$  | seJ/hab                   |
| 11 Densidade de fluxo de energia                 | U/área                        | $1,09 \times 10^{13}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 12 Densidade de fluxo de energia renovável       | $R/\text{área}$               | $4,03 \times 10^{11}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13 Densidade de fluxo de energia não renovável   | $(U-R)/\text{área}$           | $1,05 \times 10^{13}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 14 Percentagem de energia renovável              | $(R/U)*100\%$                 | 3,68%                  |                           |
| 15 Percentagem de energia local                  | $(R+N_0+N_1)*100\%/U$         | 46,91%                 |                           |
| 16 Razão de rendimento emergético (EYR)          | $EYR=U/(F+G+P_2I)$            | 1,88                   |                           |
| 17 Energia renovável por energia não renovável   | $R/(U-R)$                     | 0,038                  |                           |
| 18 Energia não renovável por energia importações | $(U-R)/(F+G+P_2I)$            | 1,81                   |                           |
| 19 Razão de carga ambiental (ELR)                | $ELR=(F+G+P_2I+N)/R$          | 26,91                  |                           |
| 20 Razão de investimento emergético (EIR)        | $EIR=(F+G+P_2I)/(R+N)$        | 1,07                   |                           |
| 21 Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | $ESI=EYR/ELR$                 | 0,07                   |                           |
| 22 Razão da troca emergética (EER)               | $EER=(F+G+P_2I)/(N_2+B+P_1E)$ | 0,61                   |                           |
| 23 Fluxo de energia líquida (NE)                 | $NE=(F+G+P_2I)-(N_2+B+P_1E)$  | $-3,26 \times 10^{23}$ | seJ/ano                   |
| 24 Razão de energia líquida (NER)                | $NER=NE/U$                    | -0,34                  |                           |

A energia dos recursos rurais dispersos ( $N_0$ ) inclui a componente orgânica perdida na erosão dos solos, dos sedimentos, da pesca e da extração dos recursos florestais, porque, as fontes dispersas são aquelas que se acumulam nas regiões e, geralmente, ao longo de décadas: solo, água, peixes e florestas (Cohen et al., 2007; Odum, 1996).

A energia não renovável de uso concentrado ( $N_1$ ) foi obtida subtraindo a energia exportada sem transformação ( $N_2$ ) à energia obtida da produção de minerais e metais. Este cálculo pode ser controverso, porquanto existem *stocks* de materiais que são consumidos e não são contabilizados como produção num determinado período.

No diagrama emergético representado na figura 6.2, mostram-se os fluxos emergéticos da economia de Portugal continental relativos ao ano de 2013, onde sobressai o

valor do fluxo de energia não renovável concentrada ( $N_1$ ) de  $3,54 \times 10^{23}$  seJ/ano, sobretudo devido à extração de minerais e fertilizantes. Dado o elevado valor da EMR ( $P_1$ ) de Portugal continental de  $4,33 \times 10^{12}$  seJ/\$, o valor das exportações de serviços e dos serviços associados à exportação de bens foi de  $3,94 \times 10^{23}$  seJ/ano, sendo que de um total de  $3,92 \times 10^{23}$  seJ/ano nas exportações de bens transformados se destacam os metais transformados com  $2,44 \times 10^{23}$  seJ/ano.

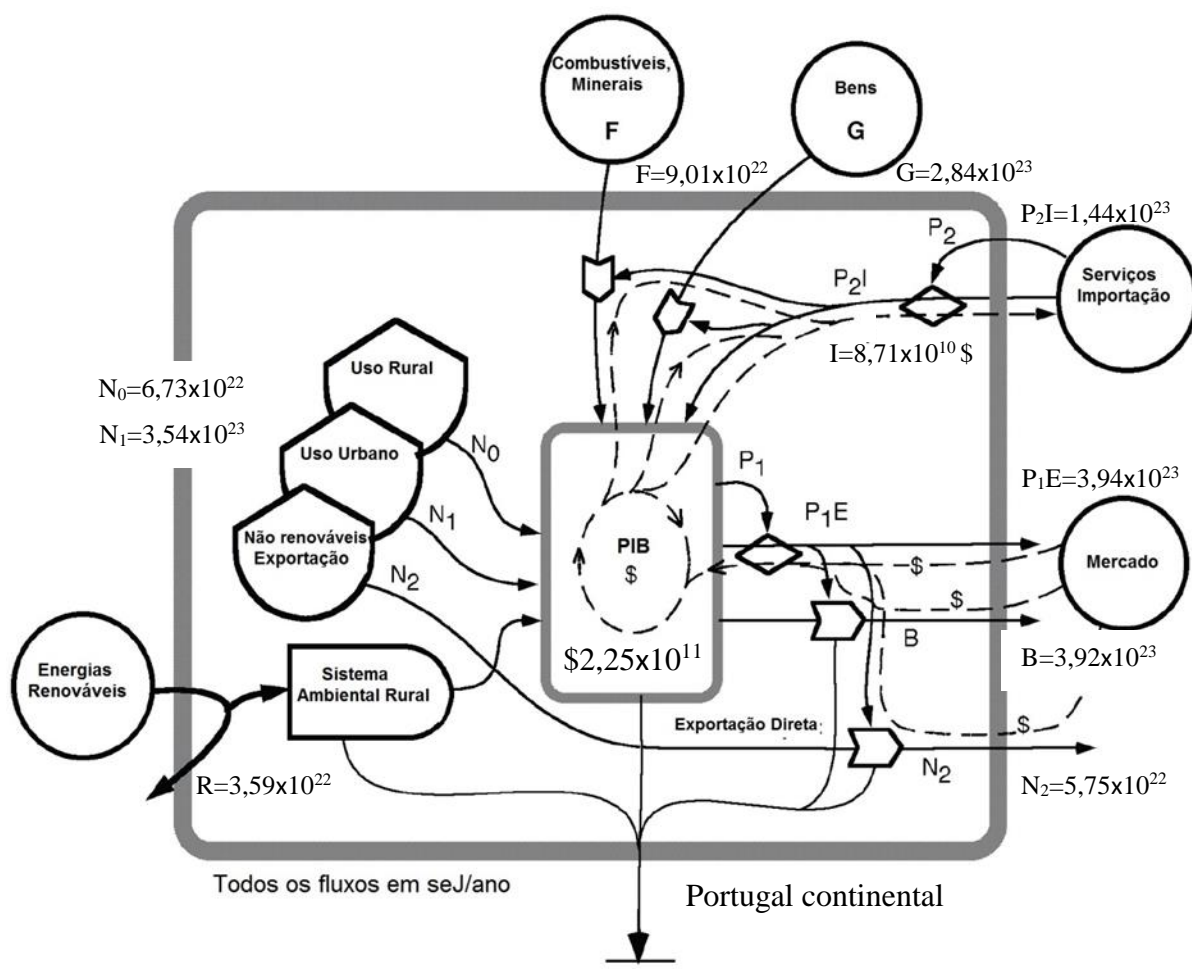


Figura 6.2 - Diagrama emergético da economia de Portugal continental.

O valor da percentagem da eletricidade por energia consumida foi de apenas 1,95%, um valor baixo considerando os valores de outros países. A razão de combustível consumido por pessoa foi de  $3,45 \times 10^{15}$  seJ/hab e a razão de energia por pessoa foi de  $9,88 \times 10^{16}$  seJ/hab.

A razão de energia local pela energia total consumida teve um valor de 46,91%, tendo a extração de minerais um papel preponderante neste resultado.

Apesar de Portugal ter uma extensa área marítima para exploração de recursos piscícolas, Portugal importa peixe para suprir as necessidades de consumo. Outro valor prejudicial para a contabilidade emergética de Portugal continental foi a produção agrícola



que, apesar de ter uma quantidade semelhante às importações, o valor do fluxo da energia da produção agrícola é substancialmente menor que o fluxo de energia dos produtos agrícolas importados, devido à energia específica dos produtos importados ser de  $1,06 \times 10^{10}$  seJ/g, com uma elevada proporção de cereais, ser maior do que os  $3,93 \times 10^9$  seJ/g associada ao valor da produção agrícola com uma significativa parte de hortícolas.

A EYR foi de 1,88, suportada sobretudo pela energia não renovável. O ESI de 0,07 mostra que a economia portuguesa, apesar da crise, continuava a ser uma economia muito desenvolvida e orientada para o consumo.

Quanto à ELR de 26,91, relativa à pressão da tecnologia e das atividades económicas sobre os recursos naturais, quando comparada com os valores apresentados por Oliveira *et al* (2013), para 2009, de 22,6, mostra que existia, em 2013, uma maior pressão sobre o ambiente e os recursos naturais para sustentar a economia.

A EIR de 1,07, em 2013, reforça a tendência de crescimento deste indicador de 0,68 para 0,86, entre 2000 e 2009, do estudo de Oliveira *et al* (2013), revelando que a economia está a utilizar cada vez mais energia importada relativamente ao fluxo de energia dos recursos locais.

Na figura 6.3, onde se ilustra o balanço emergético de Portugal continental, observa-se que Portugal exportou mais energia do que a que importou. Estes valores contribuíram para que o resultado da energia líquida fosse negativo, de  $-3,26 \times 10^{23}$  seJ/ano, como a razão de energia líquida, com um valor de -0,34. Estes valores foram obtidos com a delapidação dos recursos naturais e a desvalorização do trabalho, como forma de resposta à crise económica que afetou Portugal.

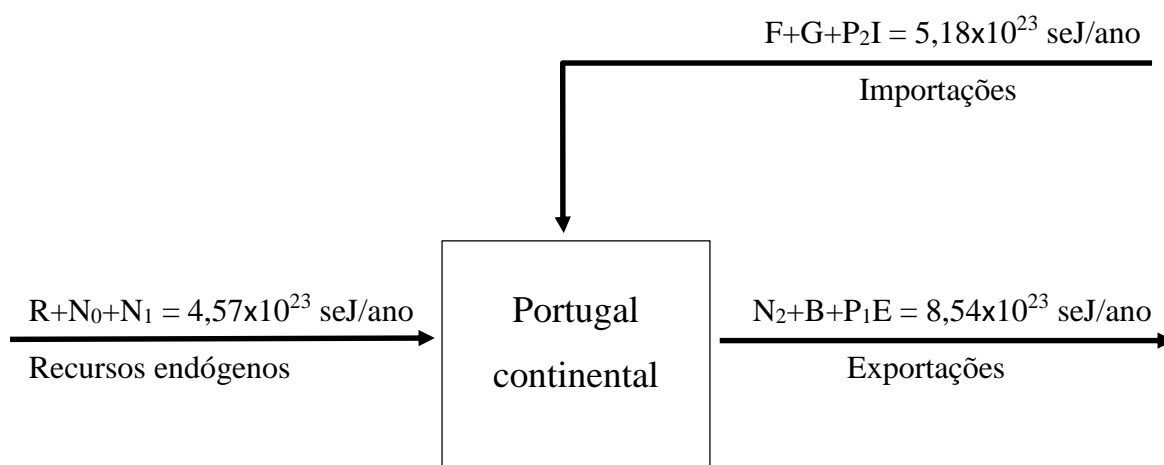


Figura 6.3 - Balanço emergético de Portugal continental.

## 6.2 Indicadores emergéticos da região do Vale do Ave

Os itens emergéticos relativos à região do Ave resumidos na tabela 6.3 estão calculados no apêndice D.

Tabela 6.3 - Tabela emergética da região do Ave em 2013

|    | Item                                     | Unidades                | UEV                          | Energia Solar $\left(\frac{seJ}{ano}\right)$ |
|----|--|-------------------------|------------------------------|--|
|    | <b>Recursos renováveis</b>               |                         |                              |  |
| 1  | Luz solar                                | $5,11 \times 10^{18}$ J | 1                            | $5,11 \times 10^{18}$                        |
| 2  | Chuva, química                           | $6,48 \times 10^{15}$ J | $3,05 \times 10^4$ seJ/J     | $1,98 \times 10^{20}$                        |
| 3  | Chuva, geopotencial                      | $1,65 \times 10^{15}$ J | $4,66 \times 10^4$ seJ/J     | $7,69 \times 10^{19}$                        |
| 4  | Vento                                    | $3,23 \times 10^{16}$ J | $2,45 \times 10^3$ seJ/J     | $7,91 \times 10^{19}$                        |
| 5  | Ondas                                    | 0 J                     | $5,11 \times 10^4$ seJ/J     | 0  |
| 6  | Marés                                    | 0 J                     | $7,39 \times 10^4$ seJ/J     | 0  |
| 7  | Ciclo terrestre                          | $2,51 \times 10^{15}$ J | $1,20 \times 10^4$ seJ/J     | $3,01 \times 10^{19}$                        |
|    | <b>Energia renovável endógena</b>        |                         |                              |  |
| 8  | Energia renovável                        | $6,14 \times 10^{15}$ J | $1,13 \times 10^5$ seJ/J     | $6,94 \times 10^{20}$                        |
| 9  | Produção agrícola                        | $5,75 \times 10^4$ ton  | $3,93 \times 10^9$ seJ/g     | $2,26 \times 10^{20}$                        |
| 10 | Produção pecuária                        | $3,53 \times 10^4$ ton  | $2,36 \times 10^{10}$ seJ/g  | $8,33 \times 10^{20}$                        |
| 11 | Produção piscícola                       | 0                       | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | 0  |
| 12 | Produção biomassa                        | $3,95 \times 10^3$ ton  | $2,44 \times 10^{11}$ seJ/kg | $9,70 \times 10^{17}$                        |
| 13 | Extração florestal                       | $7,27 \times 10^4$ ton  | $3,50 \times 10^{11}$ seJ/kg | $2,55 \times 10^{20}$                        |
| 14 | Elettricidade consumida                  | $8,51 \times 10^{17}$ J | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $9,87 \times 10^{20}$                        |
|    | <b>Recursos não renováveis endógenos</b> |                         |                              |  |
| 15 | Minerais e fertilizantes                 | $1,57 \times 10^4$ ton  | $9,5 \times 10^9$ seJ/g      | $1,49 \times 10^{20}$                        |
| 16 | Metais                                   | 0 ton                   | $8,34 \times 10^{10}$ seJ/g  | 0  |
| 17 | Perda de solo                            | $1,40 \times 10^5$ ton  | $1,68 \times 10^5$ seJ/g     | $2,35 \times 10^{20}$                        |
|    | <b>Importações</b>                       |                         |                              |  |
| 18 | Combustíveis                             | $1,22 \times 10^{17}$ J | $9,65 \times 10^4$ seJ/J     | $2,26 \times 10^{21}$                        |
| 19 | Elettricidade                            | $7,03 \times 10^{13}$ J | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $8,20 \times 10^{18}$                        |
| 20 | Produtos agrícolas                       | $2,71 \times 10^5$ ton  | $3,93 \times 10^9$ seJ/g     | $1,06 \times 10^{21}$                        |
| 21 | Produtos de pecuária                     | $8,78 \times 10^4$ ton  | $2,36 \times 10^{10}$ seJ/g  | $2,07 \times 10^{21}$                        |
| 22 | Produtos piscícolas                      | $1,94 \times 10^4$ ton  | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | $4,85 \times 10^{20}$                        |
| 23 | Serviços                                 | $6,82 \times 10^8$ \$   | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $1,12 \times 10^{21}$                        |
| 24 | Bens importados                          | $3,10 \times 10^9$ \$   | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $5,12 \times 10^{21}$                        |
|    | <b>Exportações</b>                       |                         |                              |  |
| 25 | Serviços                                 | $1,21 \times 10^9$ \$   | $1,25 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $1,51 \times 10^{21}$                        |
| 26 | Bens exportados                          | $5,50 \times 10^9$ \$   | $1,25 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $6,87 \times 10^{21}$                        |

Foram somente consideradas as exportações que foram realizadas para fora de Portugal, ignorando-se, por falta de dados estatísticos, as exportações realizadas entre região do Ave e Portugal. Para as importações foram considerados os consumos *per capita* menos as produções e extrações dos diferentes recursos na região. A tabela 6.3 tem menos itens e é menos detalhada do que a tabela emergética de Portugal continental, por falta de dados estatísticos. Contudo, acrescentaram-se os itens dos bens importados e dos bens exportados que tentam incorporar todos os fluxos emergéticos, excluindo os combustíveis, eletricidade, produtos agrícolas, produtos de pecuária e produtos piscícolas.

Dos valores apresentados destaca-se a energia renovável de  $694 \times 10^{18}$  seJ/ano, baseada na produção de eletricidade através de hídricas em Vila Verde. A pluviosidade

registada em 2013 tornou a região quase independente, em termos de eletricidade. No entanto, este valor é volátil, pois depende de condições climáticas, e o valor de 2013 reflete um ano com uma pluviosidade elevada comparada com os anos anteriores.

Na tabela 6.4 estão apresentados os indicadores emergéticos da região do Ave onde se destaca o valor da EMR regional de  $1,25 \times 10^{12}$  seJ/\$ que é menor que o valor da EMR mundial, revelando que a mesma quantidade de dinheiro permite exportar menos energia relativamente à energia que é importada, ou seja, em termos emergéticos, um dólar pago pelas importações obtém mais energia do exterior do que a energia fornecida ao exterior, quando este paga a mesma quantidade de dinheiro.

Tabela 6.4 - Indicadores emergéticos da região do Ave em 2013.

| Item   | Expressão                     | Quantidade            | Unidade                   |
|--|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 Fluxo de energia renovável                     | $R$                           | $2,75 \times 10^{20}$ | seJ/ano                   |
| 2 Fluxo de reservas endógenas não renováveis     | $N=N_0+N_1+N_2$               | $6,40 \times 10^{20}$ | seJ/ano                   |
| 3 Fluxo de energia importada                     | $F+G+P_2I$                    | $9,87 \times 10^{21}$ | seJ/ano                   |
| 4 Fluxo de energia total entrada                 | $R+N+F+G+P_2I$                | $1,08 \times 10^{22}$ | seJ/ano                   |
| 5 Fluxo de energia total utilizada (U)           | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$        | $1,08 \times 10^{22}$ | seJ/ano                   |
| 6 Fluxo de energia total exportada               | $N_2+B+P_1E$                  | $8,38 \times 10^{21}$ | seJ/ano                   |
| 7 Razão energia por dólar ( $P_1$ )              | $P_1=U/PIB$                   | $1,25 \times 10^{12}$ | seJ/\$                    |
| 8 Percentagem de eletricidade por energia usada  | Eletricidade/U                | 9,15%                 |                           |
| 9 Razão de combustível por pessoa                | Combustível/população         | $4,45 \times 10^{15}$ | seJ/hab                   |
| 10 Energia por pessoa                            | U/população                   | $2,13 \times 10^{16}$ | seJ/hab                   |
| 11 Densidade de fluxo de energia                 | U/área                        | $8,66 \times 10^{12}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 12 Densidade de fluxo de energia renovável       | $R/\text{área}$               | $2,20 \times 10^{11}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13 Densidade de fluxo de energia não renovável   | $(U-R)/\text{área}$           | $8,44 \times 10^{12}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 14 Percentagem de energia renovável              | $(R/U)*100\%$                 | 2,55%                 |                           |
| 15 Percentagem de energia local                  | $(R+N_0+N_1)*100\%/U$         | 8,48%                 |                           |
| 16 Razão de rendimento emergético (EYR)          | $EYR=U/(F+G+P_2I)$            | 1,09                  |                           |
| 17 Energia renovável por energia não renovável   | $R/(U-R)$                     | 0,026                 |                           |
| 18 Energia não renovável por energia importações | $(U-R)/(F+G+P_2I)$            | 1,06                  |                           |
| 19 Razão de carga ambiental (ELR)                | $ELR=(F+G+P_2I+N)/R$          | 38,29                 |                           |
| 20 Razão de investimento emergético (EIR)        | $EIR=(F+G+P_2I)/(R+N)$        | 10,79                 |                           |
| 21 Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | $ESI=EYR/ELR$                 | 0,028                 |                           |
| 22 Razão da troca emergética (EER)               | $EER=(F+G+P_2I)/(N_2+B+P_1E)$ | 1,18                  |                           |
| 23 Fluxo de energia líquida (NE)                 | $NE=(F+G+P_2I)-(N_2+B+P_1E)$  | $1,49 \times 10^{21}$ | seJ/ano                   |
| 24 Razão de energia líquida (NER)                | $NER=NE/U$                    | 0,14                  |                           |

A única empresa que faz extração de minerais no Vale do Ave é a Marnorte, situada na Trofa, que faz a extração e transformação de mármore e granitos, pelo que os recursos explorados por esta empresa estão considerados no parâmetro N1, nos recursos minerais consumidos e transformados. Destaca-se ainda que no Ave não existem empresas do setor dos metais.

O fluxo de energia total que entrou na região do Ave de  $1,08 \times 10^{22}$  seJ/ano foi igual ao fluxo de energia total utilizada, devido à ausência de recursos minerais exportados sem transformação, pelos motivos acima descritos da empresa Marnorte.

O valor da percentagem da eletricidade por energia consumida foi de 9,15%, sustentada pela produção de energia hídrica. A razão de combustível consumido por pessoa foi de  $4,45 \times 10^{15}$  seJ/hab e a razão de energia por pessoa  $2,13 \times 10^{16}$  seJ/hab.

A densidade do fluxo de energia atingiu o valor de  $8,66 \times 10^{12}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>), em que a maior contribuição foi a da densidade do fluxo de energia não renovável de  $8,44 \times 10^{12}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>), e apenas  $2,2 \times 10^{11}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>) foram da densidade do fluxo de energia renovável, o que corresponde a uma percentagem de energia renovável de 2,55%. Estes valores são inferiores aos registados em Portugal continental que necessitou, para manter a economia, de valores superiores de densidade de fluxos de energia.

O valor da densidade populacional e fragmentação do território agrícola, aliadas a uma reduzida exploração de recursos naturais, como os minerais, condicionaram a razão de energia local pela energia total consumida que atingiu um valor de 8,48%.

A EYR de 1,09 e o ESI de 0,028 foram condicionados pelo elevado valor das importações de energia, necessárias para abastecer um hegemónico setor industrial, orientado para o consumo de matérias-primas e respetivas transformações que garantam a criação de valor. A ELR de 38,29 demonstra o constrangimento sobre os recursos naturais locais e as limitações da região.

A razão da energia renovável pela energia não renovável foi de 0,026, enquanto o quociente entre a energia não renovável pela energia das importações foi de 1,06, valores mais baixos que em Portugal continental. Enquanto o primeiro valor representa a dependência da região do Ave da energia não renovável das importações para alimentar o tecido industrial, o segundo valor mostra que o setor industrial é mais eficiente que do que a média de Portugal continental e, por consequência, mais competitivo internacionalmente.

A EIR de 10,79 revela que o meio ambiente não tem sido explorado de uma forma tão intensiva como em Portugal continental, dependendo esta região da importação de

energia, eventualmente devido à menor produtividade do setor agrícola e da quase ausência da indústria extrativa, que são fatores dos recursos locais.

Na figura 6.4 mostra-se o diagrama emergético da economia da região do Ave relativo ao ano de 2013, onde se observam de uma forma gráfica e resumida os dados emergéticos do Vale do Ave.

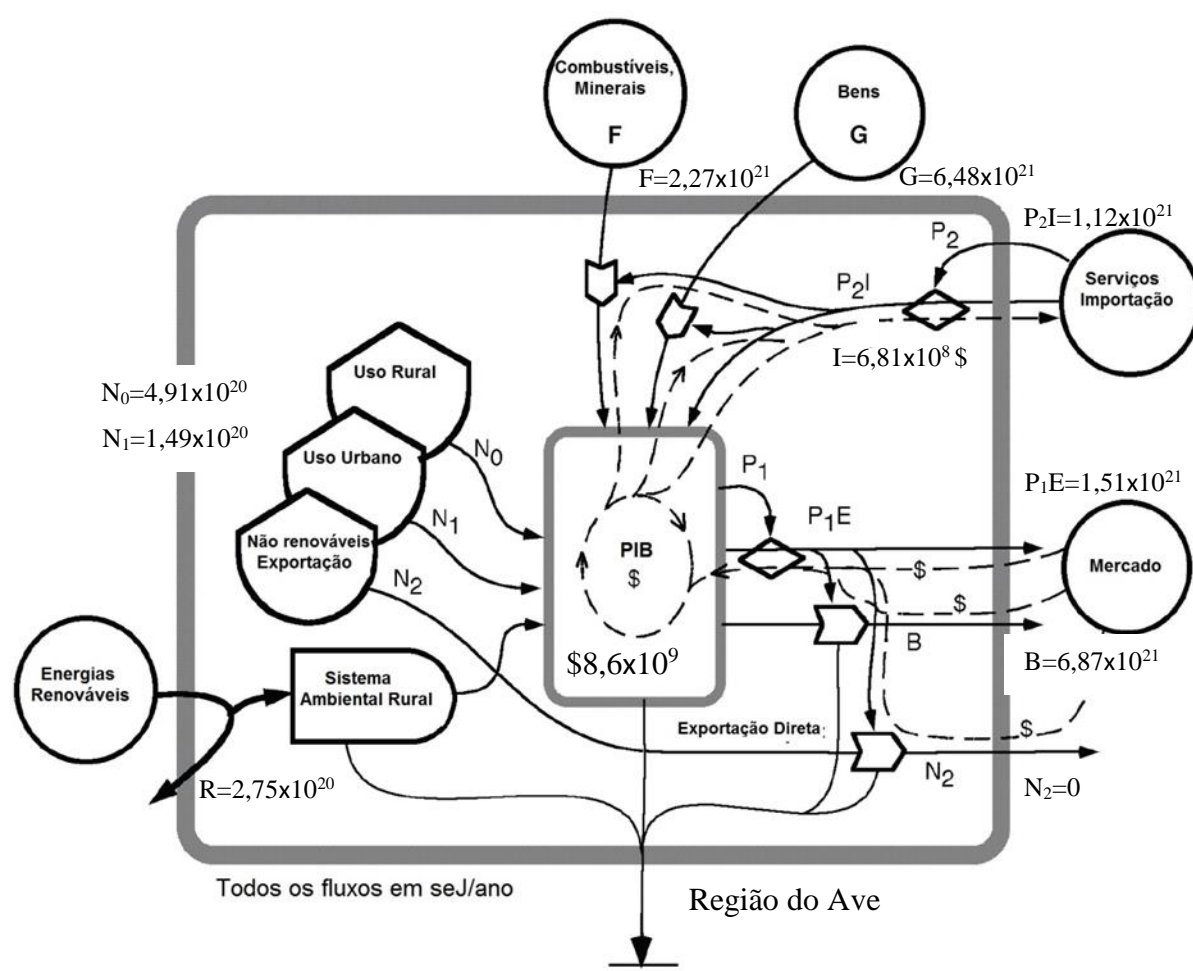


Figura 6.4 - Diagrama emergético da economia da região do Ave.

A região do Ave alcançou, para o fluxo de energia de uso rural, o valor substancial de  $4,91 \times 10^{20}$  seJ/ano, que representou 76,7% do fluxo total de energia endógeno não renovável de  $6,4 \times 10^{20}$  seJ/ano.

As importações de bens são os principais responsáveis pela energia importada com  $6,48 \times 10^{21}$  seJ, sendo 65,7% da energia total importada. As importações de combustíveis com  $2,27 \times 10^{21}$  seJ foram sensivelmente o dobro das importações associadas aos serviços.

O fluxo de energia associado à importação de serviços de  $1,12 \times 10^{21}$  seJ/ano foi inferior ao fluxo de energia das exportações de serviços, de  $1,51 \times 10^{21}$  seJ/ano, apesar da EMR mundial ser superior à EMR local.

Destaca-se, ainda, o fluxo de energia de bens nas exportações, com  $6,87 \times 10^{21}$  seJ/ano, que representa 82% da energia total exportada.

Na figura 6.5, onde se ilustra o balanço emergético da região do Ave, verifica-se que esta região importou mais energia do que a que exportou, com um valor de energia líquida positivo, de  $1,49 \times 10^{21}$  seJ/ano e a razão de energia líquida com um valor de 0,14, revelando que a economia desta região, para sustentar o seu setor industrial, subsiste através da exploração de recursos externos.

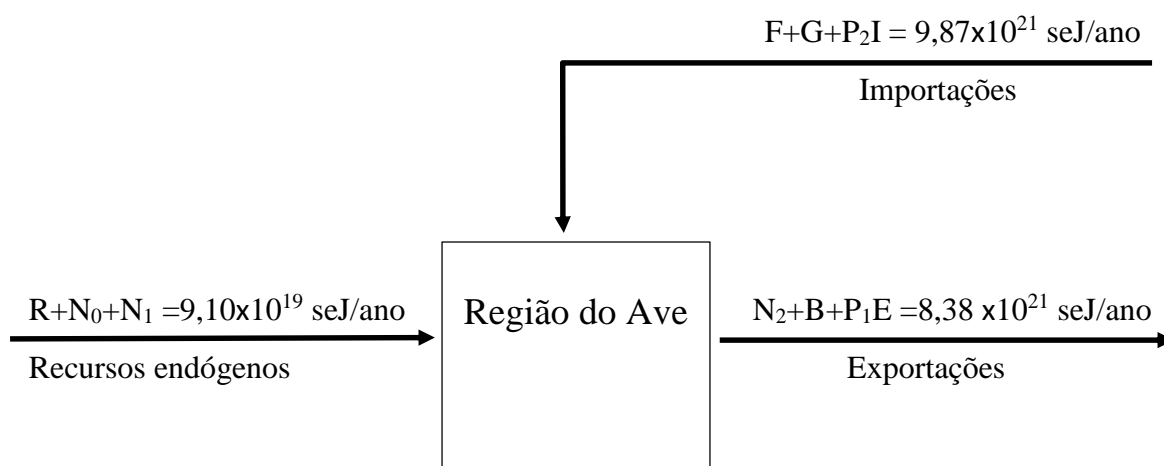


Figura 6.5 - Balanço emergético da região do Ave.

Dos dados apresentados, verifica-se que a região do Ave tem uma economia diversificada, com aproveitamento para produção de eletricidade com origem renovável nas zonas com menor densidade populacional, enquanto nas zonas com maior densidade populacional tem um tecido industrial competitivo internacionalmente. Contudo, os ganhos conseguidos sobretudo pelo trabalho das pessoas não se reflete no rendimento médio mensal *per capita* que era, em 2013, 78,5% do valor médio registado em Portugal, o que mostra que os serviços no comércio internacional são mais valorizados do que o trabalho realizado na produção industrial.

### 6.3 Indicadores emergéticos do concelho de Vila Nova de Famalicão

Na tabela 6.5 estão os itens emergéticos relativos ao concelho de Vila Nova de Famalicão, que teve os mesmos constrangimentos que a tabela emergética da região do Ave. Os cálculos relativos a estes itens encontram-se no apêndice F.

Tabela 6.5 - Tabela emergética de Vila Nova de Famalicão em 2013.

|    | Item                                     | Unidades                | UEV                          | Energia Solar $\left(\frac{seJ}{ano}\right)$ |
|----|--|-------------------------|------------------------------|--|
|    | <b>Recursos renováveis</b>               |                         |                              |  |
| 1  | Luz solar                                | $8,27 \times 10^{17}$ J | 1                            | $8,27 \times 10^{17}$                        |
| 2  | Chuva, química                           | $1,05 \times 10^{15}$ J | $3,05 \times 10^4$ seJ/J     | $3,20 \times 10^{19}$                        |
| 3  | Chuva, geopotencial                      | $9,98 \times 10^{13}$ J | $4,66 \times 10^4$ seJ/J     | $4,65 \times 10^{18}$                        |
| 4  | Vento                                    | $2,62 \times 10^{15}$ J | $2,45 \times 10^3$ seJ/J     | $6,42 \times 10^{18}$                        |
| 5  | Ondas                                    | 0 J                     | $5,11 \times 10^4$ seJ/J     | 0  |
| 6  | Marés                                    | 0 J                     | $7,39 \times 10^4$ seJ/J     | 0  |
| 7  | Ciclo terrestre                          | $4,07 \times 10^{14}$ J | $1,20 \times 10^4$ seJ/J     | $4,88 \times 10^{18}$                        |
|    | <b>Energia renovável endógena</b>        |                         |                              |  |
| 8  | Energia renovável                        | $2,90 \times 10^{13}$ J | $1,53 \times 10^5$ seJ/J     | $4,43 \times 10^{18}$                        |
| 9  | Produção agrícola                        | $9,32 \times 10^3$ ton  | $3,93 \times 10^9$ seJ/g     | $3,66 \times 10^{19}$                        |
| 10 | Produção pecuária                        | $5,75 \times 10^3$ ton  | $2,36 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,36 \times 10^{20}$                        |
| 11 | Produção piscícola                       | 0                       | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | 0  |
| 12 | Produção biomassa                        | $6,40 \times 10^2$ ton  | $2,44 \times 10^{11}$ seJ/kg | $1,56 \times 10^{17}$                        |
| 13 | Extração florestal                       | $1,18 \times 10^4$ ton  | $3,50 \times 10^{11}$ seJ/kg | $4,13 \times 10^{19}$                        |
| 14 | Eletricidade consumida                   | $2,76 \times 10^{17}$ J | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $3,20 \times 10^{20}$                        |
|    | <b>Recursos não renováveis endógenos</b> |                         |                              |  |
| 15 | Minerais e fertilizantes                 | 0 ton                   | $7,87 \times 10^9$ seJ/g     | 0  |
| 16 | Metais                                   | 0 ton                   | $8,34 \times 10^{10}$ seJ/g  | 0  |
| 17 | Perda de solo                            | $2,26 \times 10^8$ ton  | $1,68 \times 10^5$ seJ/g     | $3,81 \times 10^{19}$                        |
|    | <b>Importações</b>                       |                         |                              |  |
| 18 | Combustíveis                             | $5,79 \times 10^{15}$ J | $9,21 \times 10^4$ seJ/J     | $5,33 \times 10^{20}$                        |
| 19 | Eletricidade                             | $1,83 \times 10^{15}$ J | $1,16 \times 10^5$ seJ/J     | $2,12 \times 10^{20}$                        |
| 20 | Produtos agrícolas                       | $7,26 \times 10^4$ ton  | $3,93 \times 10^9$ seJ/g     | $2,85 \times 10^{20}$                        |
| 21 | Produtos de pecuária                     | $2,58 \times 10^4$ ton  | $2,36 \times 10^{10}$ seJ/g  | $6,09 \times 10^{20}$                        |
| 22 | Produtos piscícolas                      | $4,15 \times 10^3$ ton  | $2,50 \times 10^{10}$ seJ/g  | $1,04 \times 10^{20}$                        |
| 23 | Serviços                                 | $2,49 \times 10^8$ \$   | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $4,11 \times 10^{20}$                        |
| 24 | Bens importados                          | $1,13 \times 10^9$ \$   | $1,65 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $1,87 \times 10^{21}$                        |
|    | <b>Exportações</b>                       |                         |                              |  |
| 25 | Serviços                                 | $4,80 \times 10^8$ \$   | $1,60 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $7,67 \times 10^{20}$                        |
| 26 | Bens exportados                          | $2,19 \times 10^9$ \$   | $1,60 \times 10^{12}$ seJ/\$ | $3,50 \times 10^{21}$                        |

A energia renovável de  $4,43 \times 10^{18}$  seJ/ano representa o pequeno potencial na produção de energia elétrica com fontes renováveis, nomeadamente hídrica, devido sobretudo à localização de Vila Nova de Famalicão, num vale com um rio pouco propício para a grande produção de energia elétrica e sem condições de vento para o aproveitamento eólico.

O valor da EMR regional de  $1,60 \times 10^{12}$  seJ/\$, apresentado na tabela 6.6 que descreve os indicadores emergéticos do concelho de Vila Nova de Famalicão, é menor que o valor da EMR mundial, mas superior à região do Ave, em parte justificado pelas condições

desfavoráveis para a produção de energia elétrica de fontes renováveis e da ausência de empresas que façam extração de minerais ou metais. O valor da EMR de Vila Nova de Famalicão e dos restantes indicadores desta região são calculados no apêndice G.

Tabela 6.6 - Indicadores emergéticos de Vila Nova de Famalicão em 2013.

| Item   | Expressão                     | Quantidade             | Unidade                   |
|--|-------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 Fluxo de energia renovável                     | $R$                           | $3,67 \times 10^{19}$  | seJ/ano                   |
| 2 Fluxo de reservas endógenas não renováveis     | $N=N_0+N_1+N_2$               | $7,96 \times 10^{19}$  | seJ/ano                   |
| 3 Fluxo de energia importada                     | $F+G+P_2I$                    | $3,49 \times 10^{21}$  | seJ/ano                   |
| 4 Fluxo de energia total entrada                 | $R+N+F+G+P_2I$                | $3,61 \times 10^{21}$  | seJ/ano                   |
| 5 Fluxo de energia total utilizada (U)           | $U=N_0+N_1+R+F+G+P_2I$        | $3,61 \times 10^{21}$  | seJ/ano                   |
| 6 Fluxo de energia total exportada               | $N_2+B+P_1E$                  | $4,26 \times 10^{21}$  | seJ/ano                   |
| 7 Rácio energia por dólar ( $P_1$ )              | $P_1=U/PIB$                   | $1,60 \times 10^{12}$  | seJ/\$                    |
| 8 Percentagem de eletricidade por energia usada  | Eletricidade/U                | 8,87%                  |                           |
| 9 Razão de combustível por pessoa                | Combustível/população         | $4,01 \times 10^{15}$  | seJ/hab                   |
| 10 Energia por pessoa                            | U/população                   | $2,71 \times 10^{16}$  | seJ/hab                   |
| 11 Densidade de fluxo de energia                 | U/área                        | $1,79 \times 10^{13}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 12 Densidade de fluxo de energia renovável       | $R/\text{área}$               | $1,82 \times 10^{11}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13 Densidade de fluxo de energia não renovável   | $(U-R)/\text{área}$           | $1,77 \times 10^{13}$  | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 14 Percentagem de energia renovável              | $(R/U) \times 100\%$          | 1,02%                  |                           |
| 15 Percentagem de energia local                  | $(R+N_0+N_1) \times 100\%/U$  | 3,22%                  |                           |
| 16 Razão de rendimento emergético (EYR)          | $EYR=U/(F+G+P_2I)$            | 1,03                   |                           |
| 17 Energia renovável por energia não renovável   | $R/(U-R)$                     | 0,010                  |                           |
| 18 Energia não renovável por energia importações | $(U-R)/(F+G+P_2I)$            | 1,02                   |                           |
| 19 Razão de carga ambiental (ELR)                | $ELR=(F+G+P_2I+N)/R$          | 97,3                   |                           |
| 20 Razão de investimento emergético (EIR)        | $EIR=(F+G+P_2I)/(R+N)$        | 30,02                  |                           |
| 21 Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | $ESI=EYR/ELR$                 | 0,01                   |                           |
| 22 Razão da troca emergética (EER)               | $EER=(F+G+P_2I)/(N_2+B+P_1E)$ | 0,82                   |                           |
| 23 Fluxo de energia líquida (NE)                 | $NE=(F+G+P_2I)-(N_2+B+P_1E)$  | $-7,71 \times 10^{20}$ | seJ/ano                   |
| 24 Razão de energia líquida (NER)                | $NER=NE/U$                    | -0,21                  |                           |

Como na região do Ave, em Vila Nova de Famalicão apenas foram consideradas as exportações realizadas para fora de Portugal, e não as exportações do concelho de Vila Nova de Famalicão para Portugal, superestimando o valor das importações relativamente às exportações.

O fluxo de energia total que entrou em Vila Nova de Famalicão, de  $3,61 \times 10^{21}$  seJ/ano, igualou o valor do fluxo de energia total utilizada, devido à ausência de exploração de quaisquer recursos minerais ou metais.



O valor da percentagem da eletricidade por energia consumida foi de 8,87%, consequência de, nesta região, o setor industrial ser bastante desenvolvido tecnologicamente. A razão de combustível consumido por pessoa foi de  $4,01 \times 10^{15}$  seJ/hab e a razão de energia por pessoa  $2,71 \times 10^{16}$  seJ/hab.

A densidade do fluxo de energia foi de  $1,79 \times 10^{13}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>), em que a maior contribuição foi a da densidade do fluxo de energia não renovável de  $1,77 \times 10^{13}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>), e apenas  $1,79 \times 10^{11}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>) foram da densidade do fluxo de energia renovável, o que corresponde a uma percentagem de energia renovável de 1,02%. O valor da densidade do fluxo de energia em Vila Nova de Famalicão está situado entre os valores registados entre a região do Ave e Portugal continental.

O valor da densidade populacional, a fragmentação do território agrícola e ausência de exploração de recursos minerais e metais agravaram, relativamente à região do Ave, a razão de energia local pela energia total consumida para um valor de 3,22%.

A EYR de 1,03 e o ESI de 0,01 são condicionados pelo elevado valor das importações de energia necessárias para abastecer o setor industrial que, apesar de exportador, consome matérias-primas de recursos naturais importados para abastecer o processo produtivo. Este facto é demonstrado pela ELR de 97,3, substancialmente superior às outras regiões.

A razão da energia renovável pela energia não renovável foi de 0,01, enquanto o quociente entre a energia não renovável pela energia das importações foi de 1,02, valores mais baixos que as outras duas regiões deste estudo. Enquanto o primeiro valor representa a dependência de Vila Nova de Famalicão da energia não renovável das importações para alimentar o tecido industrial, o segundo valor mostra que o setor industrial de Vila Nova de Famalicão é o mais competitivo das três regiões.

A EIR de 30,02 revela que a energia importada, relativamente à energia dos recursos locais, tem um peso elevado, reflexo de uma região densamente povoada e devido falta de indústria extrativa, que existe nas outras regiões.

Na figura 6.6 mostra-se o diagrama emergético da economia de Vila Nova de Famalicão relativo ao ano de 2013, onde se observam de uma forma gráfica e resumida os dados emergéticos referidos anteriormente.

Vila Nova de Famalicão obteve um fluxo de energia de uso rural de  $7,96 \times 10^{19}$  seJ/ano, o único valor contabilizado para o fluxo das reservas endógenas não renováveis, por não terem sido consideradas qualquer exploração de minerais na região. Desta forma, Vila



Na figura 6.7, verifica-se que esta região exportou mais energia do que a que importou. O valor da energia líquida é negativo e de  $-7,71 \times 10^{20}$  seJ/ano, e a razão de energia líquida com um valor de -0,21 revelam que, se por um lado a indústria de Vila Nova de Famalicão acrescenta valor e energia, por outro, a região não é devidamente recompensada em Portugal continental, porque os valores anteriores não são devidamente considerados em termos de rendimento *per capita* dos seus trabalhadores.

Os ganhos conseguidos sobretudo pelo trabalho das pessoas, de uma forma semelhante ao que aconteceu na região do Ave, não se reflete no rendimento médio mensal *per capita* que é 86,1% do valor médio registado em Portugal, o que reforça, novamente, que os serviços no comércio internacional são mais valorizados do que o trabalho realizado na produção industrial.

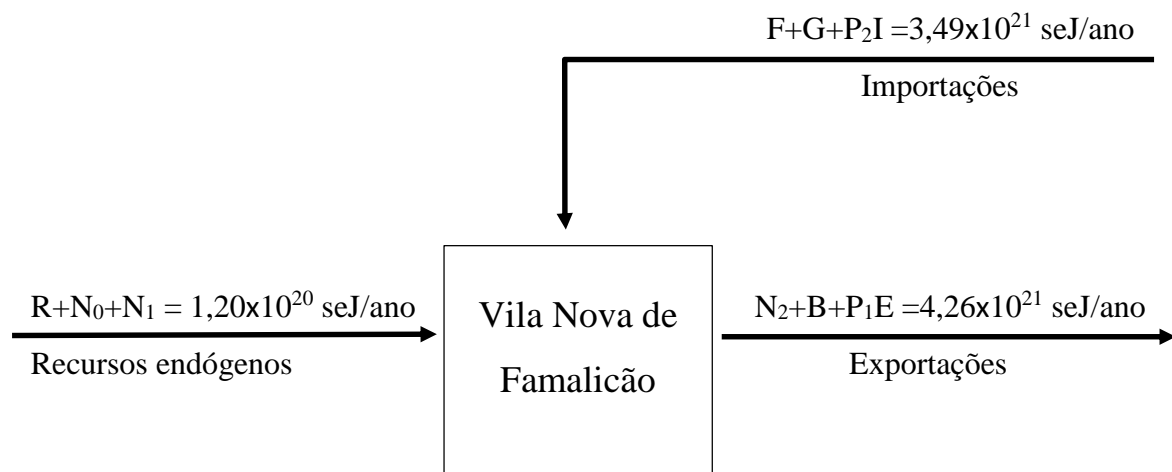


Figura 6.7 -Balanço energético de Vila Nova de Famalicão

Dos dados apresentados, verifica-se que em Vila Nova de Famalicão a indústria sobressai dos demais setores económicos e, apesar das grandes empresas exportadoras estarem relacionadas com a indústria automóvel, tem um conjunto de médias empresas com grande vocação exportadora, como sejam a Vieira de Castro e o Grupo Primor, relacionados com o ramo alimentar; a Aco Shoes, no calçado; a Riopelle nos têxteis, a São Roque Laser e a Amob, na metalomecânica, entre outras. Estas empresas contribuem igualmente para a pujança exportadora do concelho de Vila Nova de Famalicão, e garantem, através da diversidade de negócios, a sustentabilidade económica da região.

## 6.4 Comparação dos indicadores emergéticos nas 3 regiões

Para sistematizar os resultados obtidos anteriormente, apresentam-se na tabela 6.7 os indicadores obtidos para as 3 regiões. Estão aí expostos os itens que se podem correlacionar, daí começar no número 7 e a ausência do item 23 (fluxo de energia líquida) que é considerado no item 24 (razão de energia líquida).

Tabela 6.7 - Comparação dos indicadores emergéticos de Portugal continental, Região do Ave e Vila Nova de Famalicão.

| Item | Nome do parâmetro                             | Portugal              | Ave                   | Famalicão             | Unidade                   |
|------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| 7    | Rácio energia por dólar ( $P_1$ )             | $4,33 \times 10^{12}$ | $1,25 \times 10^{12}$ | $1,60 \times 10^{12}$ | seJ/\$                    |
| 8    | Percentagem de eletricidade por energia usada | 1,95%                 | 9,15%                 | 8,87%                 |                           |
| 9    | Razão de combustível por pessoa               | $3,45 \times 10^{15}$ | $4,45 \times 10^{15}$ | $4,01 \times 10^{15}$ | seJ/hab                   |
| 10   | Energia <i>per capita</i>                     | $9,88 \times 10^{16}$ | $2,13 \times 10^{16}$ | $2,71 \times 10^{16}$ | seJ/hab                   |
| 11   | Densidade de fluxo de energia                 | $1,09 \times 10^{13}$ | $8,66 \times 10^{12}$ | $1,79 \times 10^{13}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 12   | Densidade de fluxo de energia renovável       | $4,03 \times 10^{11}$ | $2,20 \times 10^{11}$ | $1,82 \times 10^{11}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 13   | Densidade de fluxo de energia não renovável   | $1,05 \times 10^{13}$ | $8,44 \times 10^{12}$ | $1,77 \times 10^{13}$ | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 14   | Percentagem de energia renovável              | 3,68%                 | 2,55%                 | 1,02%                 |                           |
| 15   | Percentagem de energia local                  | 46,91%                | 8,48%                 | 3,22%                 |                           |
| 16   | Razão de rendimento emergético (EYR)          | 1,88                  | 1,09                  | 1,03                  |                           |
| 17   | Energia renovável por energia não renovável   | 0,038                 | 0,026                 | 0,010                 |                           |
| 18   | Energia não renovável por energia importações | 1,81                  | 1,06                  | 1,02                  |                           |
| 19   | Razão de carga ambiental (ELR)                | 26,91                 | 38,29                 | 97,30.                |                           |
| 20   | Razão de investimento emergético (EIR)        | 1,07                  | 10,79                 | 30,02                 |                           |
| 21   | Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | 0,07                  | 0,028                 | 0,01                  |                           |
| 22   | Razão da troca emergética (EER)               | 0,61                  | 1,18                  | 0,82                  |                           |
| 24   | Razão de energia líquida (NER)                | -0,34                 | 0,14                  | -0,21                 |                           |

Sendo a EMR local (item 7) de Portugal continental o mais elevado das três regiões, considera-se o mais desfavorável, porque evidencia ineficiências da economia portuguesa no uso dos recursos. Enquanto 1 dólar, de uma outra região, compra  $1,25 \times 10^{12}$  seJ de energia na região do Ave, em Portugal continental esse mesmo dólar compraria  $4,33 \times 10^{12}$  seJ de energia.

Apesar de não possuir recursos endógenos que permitam uma significativa produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, Vila Nova de Famalicão potencia a cogeração na indústria e apresenta um valor de 8,87% de percentagem de eletricidade por energia usada. É de notar que alguns autores fazem uma correlação entre a percentagem de

eletricidade por energia usada e o desenvolvimento tecnológico de uma determinada região (Odum, 1996).

O ineficaz sistema de transportes públicos e o consumo de combustíveis fósseis para a indústria da região do Ave justificam o maior valor para a razão de combustível por pessoa. Destaca-se, no entanto, que parte deste consumo sustenta a capacidade produtiva exportadora que cria retorno económico positivo para a região.

Os valores da densidade populacional e dos recursos endógenos disponíveis na região do Ave e, especialmente, em Vila Nova de Famalicão, comprometem significativamente os indicadores emergéticos destas duas regiões, do item 11 ao item 14. No entanto, sobressai que a economia portuguesa, no item 15, com uma percentagem de energia local de 46,91%, dependeu da energia dos recursos não renováveis endógenos (principalmente minerais), o que pode comprometer a sustentabilidade da região.

Naturalmente, no item 16, a EYR de Portugal continental surge com o maior valor, devido à maior extração de energia local. Observa-se, nos itens 17 e 18, que o valor da EYR foi obtido de recursos não renováveis nas três regiões. Esta circunstância é inócua, enquanto não se verificar qual foi a real degradação dos *stocks* de recursos locais (que não foi averiguada neste estudo) e qual foi o impacto (positivo ou negativo) que essa deterioração criou na economia.

A ELR de Vila Nova de Famalicão foi claramente condicionada pela densidade populacional da região e que pressiona o meio ambiente. O valor da EIR para esta região foi o maior das três, consequência da quase ausência de exploração de recursos endógenos, indicando um maior nível de desenvolvimento económico (Yang, et al., 2009), conforme descrito no ponto 3.18.

O ESI de Vila Nova de Famalicão mostra que este concelho tem uma economia muito direccionada para o consumo, de forma mais intensa que a região do Ave e Portugal continental.

A região do Ave tem a EER mais elevada, superior a 1, sendo a única região das três que importa mais energia do que a que exporta. Este facto é salientado na NER da região do Ave com um valor positivo, o que contrasta com o valor mais negativo de Portugal continental relativamente a Vila Nova de Famalicão, o que revela ser Portugal continental a região que menos consegue valorizar uma transação comercial.

## 6.5 Comparação dos resultados obtidos com outros estudos

Na comparação de resultados há que reportar os pressupostos que caracterizam cada um dos estudos. No estudo das regiões devem ser salvaguardadas as conclusões, observando as EMR, os valores de referência de energia, os elementos que compõem os indicadores, o período a que se referem e os contextos macroeconómicos e sociológicos que constituem as fontes bibliográficas, que alteram de forma significativa as possíveis análises dos resultados. No entanto, as comparações permitem facilitar a verificação de incongruências nos resultados, observar tendências e estudar as diferentes análises sobre o desenvolvimento e sustentabilidade das regiões.

Na tabela 6.8 comparam-se os resultados obtidos neste estudo, para Portugal continental, com os disponibilizados por Oliveira *et al.* (2013) que incluía os arquipélagos dos Açores e da Madeira que representam 3,4% da área, 4,9% da população e 4,7% do PIB de Portugal (INE I.P., 2014a). Os resultados dos itens 3, 4 e 5 foram ajustados ao mesmo valor de referência de energia planetária ( $15,83 \times 10^{24}$  seJ/ano neste estudo, e  $15,2 \times 10^{24}$  seJ/ano no estudo de Oliveira *et al.* (2013)) enquanto para os restantes não há essa preocupação, porque os quocientes anulam os efeitos dos diferentes padrões de energia planetária. Assim, os valores dos itens 3, 4 e 5 do trabalho de Oliveira *et al.* (2013) estão convertidos pelo quociente  $15,83/15,2$ , encontrando-se os originais entre parêntesis.

Ambos os estudos salientam que a economia portuguesa está exageradamente baseada no consumo, com um ESI muito baixo, o que condiciona a sua sustentabilidade. Desde 2000, verifica-se através da EER e da NER, em termos de energia, que Portugal é um país que exporta mais energia do que a que importa, delapidando os seus recursos naturais com uma ELR a demonstrar uma tendência ascendente.

Tabela 6.8 - Comparação dos resultados das análises emergéticas para Portugal.

| Item | Nome do parâmetro                             | Portugal <sup>1</sup><br>2000                     | Portugal <sup>1</sup><br>2009                     | Portugal continental<br>2013 | Unidade                   |
|------|---|---|---|------------------------------|---------------------------|
| 1    | Rácio energia por dólar (P <sub>1</sub> )     | 12,8x10 <sup>12</sup>                             | 11,8x10 <sup>12</sup>                             | 4,33x10 <sup>12</sup>        | seJ/\$                    |
| 2    | Percentagem de eletricidade por energia usada | 3%  | 4%  | 1,95%                        |                           |
| 3    | Razão de combustível por pessoa               | 15,0x10 <sup>15</sup><br>(14,4x10 <sup>15</sup> ) | 16,5x10 <sup>15</sup><br>(15,8x10 <sup>15</sup> ) | 3,45x10 <sup>15</sup>        | seJ/hab                   |
| 4    | Energia <i>per capita</i>                     | 15,3x10 <sup>16</sup><br>(14,7x10 <sup>16</sup> ) | 14,2x10 <sup>16</sup><br>(13,6x10 <sup>16</sup> ) | 9,88x10 <sup>16</sup>        | seJ/hab                   |
| 5    | Densidade de fluxo de energia                 | 1,70x10 <sup>13</sup><br>(1,63x10 <sup>13</sup> ) | 1,64x10 <sup>13</sup><br>(1,57x10 <sup>13</sup> ) | 1,09x10 <sup>13</sup>        | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 6    | Percentagem de energia renovável              | 4%  | 4%  | 3,68%                        |                           |
| 7    | Percentagem de energia local                  | 59%   | 54%   | 46,91%                       |                           |
| 8    | Razão de rendimento emergético (EYR)          | 2,47  | 2,16  | 1,88                         |                           |
| 9    | Razão de carga ambiental (ELR)                | 22,03   | 22,57   | 26,91                        |                           |
| 10   | Razão de investimento emergético (EIR)        | 0,68  | 0,86  | 1,07                         |                           |
| 11   | Índice de sustentabilidade emergética (ESI)   | 0,11  | 0,09  | 0,07                         |                           |
| 12   | Razão da troca emergética (EER) <sup>2</sup>  | 0,94  | 0,97  | 0,61                         |                           |
| 13   | Razão de energia líquida (NER) <sup>3</sup>   | -0,025  | -0,016  | -0,34                        |                           |

<sup>1)</sup> (Oliveira, et al., 2013). <sup>2)</sup> Foram usados os valores da razão entre a energia importada e a energia exportada do estudo de Oliveira *et al* (2013). Nesse estudo a EER é igual ao quociente entre a EMR mundial e a EMR de Portugal. <sup>3)</sup> Através dos valores apresentados por Oliveira *et al* (2013), foi calculada a NER para 2000 e 2009.

Na tabela 6.9 apresentam-se alguns resultados de estudos sobre análises emergéticas em regiões, em que as densidades populacionais e a atualidade dos indicadores foram critérios de escolha. As regiões realizadas pelos outros autores têm a particularidade de possuírem uma população bastante superior à região do Ave e, conseqüentemente, a Vila Nova de Famalicão. A Toscana tinha, na altura do estudo, mais de 3,5 milhões de habitantes (Morandi et al., 2015), Roma 2,54 milhões (Ascione et al., 2007), *Guangdong* mais de 100 milhões (Li et al., 2014) e *Guangzhou* aproximadamente 10 milhões (Zhang et al., 2008).

São apresentados os valores originais, sem qualquer conversão dos padrões de referência para a energia planetária, fator que apenas influenciará os itens 3, 4 e 5, conforme descrito anteriormente.

Tabela 6.9 - Comparação dos resultados emergéticos da Região do Ave e Famalicão com outras regiões.

| Item | Nome do parâmetro                        | Vale do Ave<br>2013 <sup>a</sup> | Famalicão<br>2013 <sup>a</sup> | Toscânia<br>2008 <sup>b</sup> | Roma<br>2002 <sup>c</sup> | Guangdong<br>2011 <sup>d</sup> | Guangzhou<br>2005 <sup>e</sup> | Unidade                   |
|------|--|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1    | P <sub>1</sub> - Rácio energia por dólar | 1,25x10 <sup>12</sup>            | 1,60x10 <sup>12</sup>          | 4,97x10 <sup>12</sup>         | 2,43x10 <sup>12g</sup>    | 3,25x10 <sup>12</sup>          | 3,9x10 <sup>12f</sup>          | seJ/\$                    |
| 2    | Elettricidade por energia usada          | 9,15%                            | 8,87%                          | 1,69% <sup>f</sup>            | 6,46% <sup>f</sup>        | 1,69%                          | 9,68% <sup>f</sup>             |                           |
| 3    | Combustível por pessoa                   | 4,45x10 <sup>15</sup>            | 4,01x10 <sup>15</sup>          | 4,71x10 <sup>16f</sup>        | 7,82x10 <sup>15f</sup>    | -                              | 4,02x10 <sup>15f</sup>         | seJ/hab                   |
| 4    | Energia <i>per capita</i>                | 2,13x10 <sup>16</sup>            | 2,71x10 <sup>16</sup>          | 1,85x10 <sup>17</sup>         | 5,5x10 <sup>16</sup>      | 2,55x10 <sup>16</sup>          | 2,65x10 <sup>16</sup>          | seJ/hab                   |
| 5    | Densidade de fluxo de energia            | 8,66x10 <sup>12</sup>            | 1,79x10 <sup>13</sup>          | 2,04x10 <sup>13</sup>         | 1,09x10 <sup>14</sup>     | 1,49x10 <sup>13</sup>          | 3,39x10 <sup>12f</sup>         | seJ/(ano.m <sup>2</sup> ) |
| 6    | Porcentagem de energia renovável         | 2,55%                            | 1,02%                          | 0,94%                         | 0,3%                      | 5,11%                          | 1,77% <sup>f</sup>             |                           |
| 7    | Porcentagem de energia local             | 8,48%                            | 3,22%                          | 16,5% <sup>f</sup>            | 1,6% <sup>f</sup>         | 23,97%                         | 8,25% <sup>f</sup>             |                           |
| 8    | Rendimento emergético (EYR)              | 1,09                             | 1,03                           | 1,13                          | 1,02                      | 1,32                           | 1,38 <sup>f</sup>              |                           |
| 9    | Carga ambiental (ELR)                    | 38,29                            | 97,3                           | 105,3                         | 60,43                     | 18,57                          | 44,39 <sup>f</sup>             |                           |
| 10   | Investimento emergético (EIR)            | 10,79                            | 30,02                          | 17,95                         | -                         | 3,17                           | 8,77 <sup>f</sup>              |                           |
| 11   | Sustentabilidade emergética (ESI)        | 0,028                            | 0,010                          | 0,011                         | 0,020                     | 0,071                          | 0,031 <sup>f</sup>             |                           |
| 12   | Troca emergética (EER) <sup>2</sup>      | 1,18                             | 0,82                           | -                             | -                         | 0,74 <sup>f</sup>              | 0,66 <sup>f</sup>              |                           |
| 13   | Energia líquida (NER) <sup>3</sup>       | 0,14                             | -0,21                          | -                             | -                         | -0,27 <sup>f</sup>             | -0,37 <sup>f</sup>             |                           |

a) Este artigo. b) Morandi *et al* (2015). c) Ascione *et al* (2007). d) Li *et al* (2014). e) Zhang *et al* (2008).

f) Valor calculado com dados publicados neste artigo. g) Unidade seJ/€.

Dos valores da tabela 6.9 destacam-se os valores muito baixos do ESI, que indicam que estas regiões não estão devidamente precavidas relativamente à sustentabilidade emergética de médio e longo prazo. Destaca-se, igualmente, que a região do Ave e Vila Nova de Famalicão têm elevadas percentagens de eletricidade por energia utilizada, mostrando por que razão são tecnologicamente competitivas em termos globais.

Numa análise comparativa entre regiões, nota-se que a região do Ave e Vila Nova de Famalicão têm indicadores mais próximos dos registados na China, na cidade de *Guangzhou*, do que nas restantes regiões, se se ignorar a distância de 8 anos que separa os dois estudos.



## 7. Conclusões

Em 1987, o relatório “O Nosso Futuro Comum” fazia depender a sustentabilidade dos recursos naturais e a subsistência do Ser Humano do controlo do crescimento populacional ou o aumento da industrialização dos países menos desenvolvidos de tecnologias adaptadas ecologicamente e da diminuição do consumo de energia. Entretanto, a população mundial aumentou significativamente, as assimetrias sociais persistem, e a exploração dos recursos naturais e o consumo de energia acelerou. E os discursos de vontades políticas sobre a sustentabilidade mantêm as mesmas recomendações.

O desenvolvimento e a sustentabilidade das economias dos países não são garantidos com a exploração dos recursos naturais, porque, além de temporários, no caso dos combustíveis fósseis, dependem da evolução da economia e dos preços voláteis das matérias-primas. A gestão política dos recursos, particularmente os humanos, os sistemas educativos ou os processos de tomada de decisão de investimento dos bens públicos, assumem um carácter mais decisivo na garantia da sustentabilidade de um país e, no mínimo, das mesmas condições às gerações futuras que as que beneficiam as atuais.

A sustentabilidade deve estar suportada em dados credíveis e não deve ser medida apenas por um parâmetro específico, por muito complexo que seja, porque se desumanizam as realidades e se desvalorizam as circunstâncias, analisando-se apenas as consequências.

Na avaliação de qualquer situação, deve ser devidamente caracterizado o contexto, que permita posteriormente a execução de um plano pormenorizado que determine as entradas e que verifique quais os processos de transformação que criam as saídas. Para a contabilização de um sistema económico de uma região, deve ser considerada uma grande diversidade de entradas, com diferentes unidades, diferentes origens e diferentes “memórias”.

Os números apenas ilustram parte da história. Contextos com números iguais podem apresentar resultados diferentes. A gestão de sistemas ecológicos pode apoiar-se em métodos heurísticos através de padrões estocásticos ou determinísticos, mas não se deve, durante a recolha dos dados que irão sustentar o processo de decisão, seleccionar os dados que melhor se adaptem ao objetivo que se pretende atingir, nomeadamente esquecendo a memória e a origem dos mesmos.

A parte da “memória energética” está esquecida, falando-se muito de energia e exergia. A memória obriga a um período dilatado de tempo para se verificarem quais os

resultados das políticas adotadas para a sustentabilidade e desenvolvimento de uma região. O desenvolvimento de uma região não se deve fazer a partir da degradação do estado da outra, através da exploração anárquica dos recursos alheios.

A realidade apresentada baseou-se no trabalho original de Odum (1996), que, na última revisão do padrão para ao fluxo de energia renovável mundial, em 2000, sugeriu o valor de 15,83 seJ/ano, apesar de surgirem alguns trabalhos a questionar este valor. Aliás, as ideias propostas pelo fundador das teorias associadas à energia são criticadas por vários autores.

Para que uma comunidade científica mais ampla aceite, respeite e use análises emergéticas em sistemas, estas devem ser reproduzíveis, e os pressupostos devem ser claramente identificados (Campbell, et al., 2005a). No entanto, observam-se diferentes semânticas nas análises emergéticas, por vezes sem a apresentação de todos os pressupostos significativos que as fundamentem, o que dificulta a assimilação do conceito da energia.

Na energia, os *stocks* de recursos não são devidamente avaliados porque apenas se contabilizam os recursos explorados, consumidos, utilizados, importados ou exportados, ignorando-se os envolvimento dos incêndios, das reservas de água dos aquíferos ou da qualidade do sistema educativo que forma os recursos humanos para uma economia cada vez mais baseada nos serviços. Assim, só se reflete o estado da economia, em 2013, e não uma perspetiva de desenvolvimento. A emigração fez com que Portugal, em 2013, perdesse população ativa, com formação superior, com elevado valor emergético, o que desfavorece o desenvolvimento da economia. Os incêndios não foram contabilizados na avaliação emergética das regiões. Os incêndios representam uma perda de biomassa que, para ser regenerada, implica uma espera de várias dezenas de anos.

Os recursos do mar não são devidamente aproveitados pela economia portuguesa, sendo deficitária em termos de recursos piscícolas. Apesar de ter uma área marítima significativa, Portugal não valoriza convenientemente os recursos proporcionados pelo mar.

Em Portugal alguns dos dados sobre a quantidade dos produtos comercializados são escassos e evidenciam algumas inconsistências. Todavia, dos resultados obtidos verifica-se que há uma clara desigualdade da economia portuguesa, em que o Estado está centralizado na capital, Lisboa, com um PIB igual à média europeia, que contrasta com um valor abaixo dos 80% na região Norte de Portugal onde se situam o Vale do Ave e Vila Nova de Famalicão, apesar do elevado contributo destas regiões para as exportações de bens na economia portuguesa. Enquanto em Lisboa o maior contributo para o PIB advém dos serviços, na região do Ave os resultados económicos resultam da indústria.

A extração de minerais e fertilizantes foi a maior entrada emergética em Portugal, em 2013, com  $3,68 \times 10^{23}$  seJ, delapidando-se estes recursos naturais para equilibrar a economia. No caso da região do Ave, sobressaiu o valor da produção de energia hídrica, que beneficiou dos valores de pluviosidade acima do normal e permitiu alcançar o valor de energia da energia renovável produzida de  $6,94 \times 10^{20}$  seJ. No entanto, estão previstos aumentos de potência nas centrais hídricas, situadas em Vila Verde, que vão proporcionar autonomia elétrica à região.

A razão de eletricidade por energia utilizada foi de 1,95% em Portugal continental, 9,15% na região do Ave e 8,87% em Vila Nova de Famalicão. Estes resultados evidenciam que, devido à inexistência de combustíveis fósseis endógenos, Portugal é claramente dependente da importação de recursos energéticos.

Na área da energia, as tendências atuais estão focadas em formas mais eficientes para a produção de eletricidade, desprezando as inúmeras oportunidades que promovem a poupança e diminuição do seu consumo.

A razão de consumo de combustível por pessoa foi de  $3,45 \times 10^{15}$  seJ/hab,  $4,45 \times 10^{16}$  seJ/hab e  $4,01 \times 10^{15}$  seJ/hab, respetivamente, em Portugal continental, na região do Ave e em Vila Nova de Famalicão.

Em Vila Nova de Famalicão, verifica-se uma grande capacidade exportadora da indústria transformadora, que atingiu o valor de  $3,50 \times 10^{21}$  seJ, correspondentes a 50,9% do resultado da região do Ave. Embora o Vale do Ave seja a principal região exportadora portuguesa, o rendimento *per capita* da população desta região é significativamente inferior ao rendimento *per capita* de Portugal continental.

O Vale do Ave apresentou a mais baixa razão de energia por unidade monetária de  $1,25 \times 10^{12}$  seJ/\$, próximo do valor de Vila Nova de Famalicão de  $1,60 \times 10^{12}$  seJ/\$, enquanto Portugal continental teve de  $4,33 \times 10^{12}$  seJ/\$, valor distante da EMR mundial de  $1,65 \times 10^{12}$  seJ/\$. Estes valores mostram que Portugal continental vende mais energia pela mesma quantidade de dinheiro relativamente aos seus parceiros comerciais.

Das três regiões estudadas apenas a região do Ave teve um fluxo de energia líquida positivo, de  $1,49 \times 10^{21}$  seJ/ano, representando uma razão de energia líquida de 0,14. Portugal continental com uma NER de -0,34 e Vila Nova de Famalicão uma NER de -0,21 exportaram mais energia do que importaram.

A maior densidade de fluxo de energia surgiu em Vila Nova de Famalicão, com  $1,79 \times 10^{13}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>). Para este indicador a região do Ave obteve  $8,44 \times 10^{12}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>) e

Portugal continental alcançou  $1,09 \times 10^{13}$  seJ/(ano.m<sup>2</sup>). No entanto, a percentagem de energia renovável foi reduzida e de 3,68% em Portugal continental, 2,55% na região do Ave e 1,02% em Vila Nova de Famalicão. No que concerne à percentagem de energia local, o valor mais elevado foi de 46,91% em Portugal continental, 8,48% na região do Ave e 3,22% em Vila Nova de Famalicão.

A densidade populacional mais elevada refletiu-se nos valores da razão de carga ambiental e na razão de investimento energético, na região do Ave, onde atingiram os valores de 97,3 e 30,02, respetivamente, em Vila Nova de Famalicão.

O índice de sustentabilidade energética nas três regiões foi inferior à unidade, sendo mais reduzido em Vila Nova de Famalicão, com 0,01, enquanto em Portugal continental foi de 0,07.

Em Portugal os indicadores revelam que a economia depende muito do consumo interno e o Estado tem políticas de desenvolvimento que promovem esse consumo. Este documento apresenta, como exemplo, a política de transportes de passageiros, que incentiva o transporte individual de passageiros em detrimento dos transportes coletivos. Claramente, estas políticas acrescentam valor ao PIB, apesar de não fomentarem a eficiência na gestão dos recursos do país.

Apesar de no cálculo dos parâmetros energéticos não se considerarem diretamente a energia associada aos recursos humanos, nomeadamente dos jovens, dos idosos ou dos desempregados, o estudo de uma região não pode colocar de parte o papel da cultura de uma sociedade. A valorização do trabalho em Portugal é diferenciada, havendo, para além das qualificações dos trabalhadores, outras condicionantes nas remunerações médias. A região do Ave tem as remunerações médias mais baixas, para as mesmas qualificações ou para o mesmo tipo de dimensão das empresas.

Os dados apresentados mostram que Portugal tem uma distribuição de riqueza desigual, com o poder centralizado em Lisboa. O poder político é responsável por uma fatia significativa dos serviços prestados no país, fornecidos por um quadro de pessoal idêntico à média da UE. No entanto, apesar dos gastos com o pessoal da função pública serem semelhantes à UE, o Estado apresentou um saldo primário negativo, que demonstram uma má gestão dos recursos públicos obtidos com a contribuição coletiva.

A capacidade de criar riqueza está nas pessoas, com os serviços a surgirem com um peso acrescido à economia. A gestão desses recursos é crítica para a sustentabilidade de qualquer região. A educação é o principal pilar para uma sociedade, e é um elemento diferenciador numa determinada região, mas é necessário tempo para verificar a sua ação.

Outro fator crucial na avaliação da sustentabilidade é o tempo. O tempo indica tendências e mostra o resultado das políticas de gestão. Por isso, sugere-se que os resultados desta dissertação possam ser posteriormente conferidos noutro estudo que use os mesmos indicadores e as mesmas metodologias. Só assim, se pode conferir, com exatidão, qual a evolução, em termos de emergência, da utilização dos recursos nas economias de Portugal continental, região do Ave e Vila Nova de Famalicão.

## Bibliografia

- Amponsah, N. Y. & Corre, O., 2011. Critical Review of the Usage of Unit Emergy Values in Recent Studies. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 6: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 39-44.
- Ascione, M., Cherubini, F., Campanella, L. & Ulgiati, S., 2007. Environment and Complexity of the Urban System of Rome (Italy): An Emergy Synthesis. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 4: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 35.1-35.20.
- Brown, M. T., 2004. A picture is worth a thousand words: energy systems language and simulation. *ECOLOGICAL MODELLING*, Volume 178, pp. 83-100.
- Brown, M. T., Raugei, M. & Ulgiati, S., 2011. On boundaries and 'investments' in Emergy Synthesis and LCA: A case study on thermal vs. photovoltaic electricity. *Ecological Indicators*, pp. 227-235.
- Brown, M. T. & Ulgiati, S., 2011. Understanding the global economic crisis: A biophysical perspective. *ECOLOGICAL MODELLING*, Volume 223, pp. 4-13.
- Brown, M. T., Ulgiati, S., Brandt-Williams, S. & Tilley, D., 2000. *Emergy Synthesis: An introduction*. Gainesville, University of Florida, pp. 1-14.
- Brundtland, G. H., 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Geneva: UN Documents.
- Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão, 2004. *Revisão do Plano Director Municipal de Vila Nova de Famalicão III - Caracterização Biofísica*. Vila Nova de Famalicão: Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão.
- Campbell, D. E., Brandt-Williams, S. L. & Cai, T., 2005a. Current Technical Problems in Emergy Analysis. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 3: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 143-158.

- Campbell, D. E., Brandt-Williams, S. L. & Meisch, M. A., 2005b. *Environmental Accounting Using Emergy: Evaluation of the State of West Virginia*. Narragansett: U. S. Environmental Protection Agency.
- Campbell, D. E., Lu, H. & Kolb, K., 2011. Emergy Evaluation of Educational Attainment in the United States. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 6: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 483-501.
- Campbell, D. E., Lu, H. & Walker, H. A., 2014. Relationships among the Energy, Emergy and Money Flows of the United States from 1900 to 2011. *Frontiers in Energy Research*, Volume 2, pp. 1-31.
- Center for Environmental Policy, 2015. *Emergy Systems*. Disponível em: [http://www.cep.ees.ufl.edu/emergy/about/emergy\\_researchers.shtml](http://www.cep.ees.ufl.edu/emergy/about/emergy_researchers.shtml) [Acedido em 04/02/2015].
- Cohen, M. J., Sweeney, S., King, D. & Brown, M. T., 2007. Soil, Water, Fish and Forests: Natural Capital in the Wealth of Nations. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 4: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 18.1-18.22.
- Correia, A., 2015. *Heat Production and Thermal Conductivity in Mainland Portugal*. Évora: Department of Physics and Geophysical Centre, University of Évora.
- Cruz, J. & Sarmento, A., 2004. *A energia das ondas - introdução aos aspectos tecnológicos, económicos e ambientais*. Alfragide: Instituto do ambiente.
- Damásio, B. & Mah, L., 2011. *Das limitações do PIB enquanto indicador às necessidades de medição dos níveis de desenvolvimento*. Lisboa: Centro de Estudos sobre África e do Desenvolvimento - Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa.
- Demétrio, F., Giannetti, B., Bonilla, S. & Almeida, C., 2013. Emergy Accounting of Brazilian States and Regions. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 7: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 414-418.
- DGEG, 2015a. *Energia em Portugal - 2013*. Lisboa: Ministério do ambiente, ordenamento do território e energia.

- DGEG, 2015b. *Direção Geral de Energia e Geologia*. Disponível em: <http://www.dgeg.pt/>  
[Acedido em 03/02/ 2015].
- Diário Económico, 2014. 100 Maiores Exportadoras. *Diário Económico*, Volume 6073.
- Duarte, V. & Pinheiro, T., 2014. Emprego Público em Portugal e no contexto da Zona Euro. *Estudos Económicos e Financeiros*.
- EIA, 2014. *Annual Energy Outlook 2014 With Projections to 2040*. Washington: U.S. Energy Information Administration.
- European Commission - Joint Research Centre, 2015. *EUROPEAN SOIL PORTAL - SOIL DATA AND INFORMATION SYSTEMS*. Disponível em:  
[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/pesera/pesera\\_data.html](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/pesera/pesera_data.html)  
[Acedido em 29/06/2015].
- EUROSTAT, 2002. *Transport infrastructure in Europe between 1990 and 1999*. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/5195330/7-09042002-AP-EN.HTML/961d460a-c4e6-4752-9ddb-3a23328bca37?version=1.0>  
Acedido em 07/07/2015].
- EUROSTAT, 2013. *Statistics Explained Archive Vol.4 — Agriculture, environment, energy and transport statistics*. Luxembourg: European Union.
- EUROSTAT, 2014. *Energy, transport and environment indicators – 2014 edition*. Luxembourg: European Union.
- Ferreira, A., 2000. *Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Departamento de Geociências.
- Gonçalves, H., 2014. *O Setor Exportador dos Serviços*. Lisboa: Banco de Portugal.
- Hagstrom, P. & Nilsson, P. O., 2005. Emergy Evaluation of the Swedish Economy since the 1950s. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 3: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 417-434.
- Haub, C. & Toshiko, K., 2014. *2014 World Data Sheet*. Washington: Population Reference Bureau.



- Hawkes, J., 2001. *The Fourth Pillar of Sustainability - Culture's essential role in public planning*. Victoria: Common Ground Publishing Pty Ltd in association with the Cultural Development Network (Vic).
- Higham, B., 2013. Dissipative Structures of the City. *Lantern Journal*, Volume Volume II - Issue 3, pp. 1-44.
- Imeson, A. & Curfs, M., 2005. Erosão do Solo. *Degradation & Development*, Volume 16, pp. 505-508.
- INE I.P., 2014a. *Anuário Estatístico da Região Norte 2013*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P..
- INE I.P., 2014b. *Estatísticas Agrícolas 2013*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P..
- INE I.P., 2014c. *Estatísticas dos Transportes e Comunicações*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P..
- INE I.P., 2014d. *Comércio Internacional por Características das Empresas*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P..
- INE I.P., 2015. *Retrato territorial de Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P..
- Instituto Hidrográfico, 2015. *HIDROGRÁFICO*. Disponível em: <http://www.hidrografico.pt/glossario-cientifico-mares.php> [Acedido em 07/05/ 2015].
- ISAER, 2009. *The Emergy Database*. Disponível em: <http://emergydatabase.org/transformities-view/all> [Acedido em 02/02/2015].
- ISAER, 2010. *UEV Database*. Disponível em: <http://www.isaer.org/db> [Acedido em 02/02/2015].
- Jiang, M. M., Zhou, J. B., Chen, B. & Chen, G. Q., 2007. Emergy-based ecological account for the Chinese economy in 2004. *Commun Nonlinear Sci Numer Simul*, pp. 2337-2356.
- Kharrazi, A., Kraines, S., Hoang, L. & Yarime, M., 2013. Advancing quantification methods of sustainability: A critical examination emergy, exergy, ecological footprint, and ecological information-based approaches. *Ecological Indicators*, Volume 37, pp. 81-89.

- Kitzes, J., Peller, A., Goldfiner, S. & Wackernagel, M., 2007. Current methods for calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society*, Volume 4, pp. 1-9.
- Lei, K., Hu, D., Zhou, S. & Guo, Z., 2012. Monitoring the sustainability and equity of socioeconomic development: A comparison of emergy indices using Macao, Italy and Sweden as examples. *Acta Ecologica Sinica*, pp. 165-173.
- Lei, K. & Zhou, S., 2011. Per capita resource consumption and resource carrying capacity: A comparison of the sustainability of 17 mainstream countries. *Energy Policy*, pp. 603-612.
- Leitão, C. & Botelho, I., 2014. *Relatório de Monitorização da Rede Viária Nacional 2012-2013*. Lisboa: Instituto da Mobilidade e Transportes.
- Li, G., Kuang, Y., Huang, N. & Chang, X., 2014. Emergy Synthesis and Regional Sustainability Assessment: Case Study of Pan-Pearl River Delta in China. *Sustainability*, Volume 6, pp. 5203-5230.
- Madison, M. G., 1997. 'Potatoes Made of Oil': Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology. *Environment and History* 3, Volume 2, p. 209-238.
- Malik, K., 2014. *Relatório do desenvolvimento Humano 2014 – Sustentar o Progresso Humano: Reduzir as Vulnerabilidades e Reforçar a Resiliência*. New York: PNUD.
- Met Office, 2014. *Wind Review, Special edition 2013 Review*. Devon: The Met Office.
- Ministério da Economia, 2015a. *ESTATÍSTICA DE BOLSO - CONJUNTURA Nº 27 / 15*. Lisboa: Gabinete de Estratégia e Estudos.
- Ministério da Economia, 2015b. *Boletim Mensal de Economia Portuguesa Nº1*. Lisboa: Gabinete de Estratégia e Estudos.
- Morandi, F., Campbell, D. E., Pulselli, F. M. & Bastianoni, S., 2015. *Emergy evaluation of hierarchically nested systems: application to EU27, Italy and Tuscany and consequences for the meaning of emergy indicators*. Ecological Modelling, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.04.001>.

- Museu da Eletricidade, 2014. *Wikienergia.pt*. Disponível em:  
[http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Centrais\\_el%C3%A9ctricas\\_no\\_Distrito\\_de\\_Braga](http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Centrais_el%C3%A9ctricas_no_Distrito_de_Braga) [Acedido em 20/03/2015].
- Odum, H. T., 1988. Self-Organization, Transformity, and Information. *Science*, Vol 242, pp. 1132-1139.
- Odum, H. T., 1996. *ENVIROMENTAL ACCOUNTING - Emergy and Environmental Decision Making*. New York: John Wiley & Sons, Inc..
- Odum, H. T., 2000. *Emergy of Global Processes*, University of Florida: Gainesville.
- Odum, H. T., Brown, M. T. & Brandt-Williams, S., 2000. *Handbook of Emergy Evaluation: Folio #1, Introduction and Global Budget*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy.
- Oliveira, C., Martins, C., Gonçalves, J. & Veiga, F., 2013. Solar Emergy Evaluation of the Portuguese Economy. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 7: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 437-452.
- Ortega, H., 2011. *A contabilidade usando emergia: a possibilidade de uma síntese e análise crítica da proposta da "Economia Verde"*. Campinas: Unicamp.
- Pinho, J., Vieira, J., Pinho, R. & Araújo, J., 2011. Plataforma Web de Suporte ao Sistema de Modelação da Rede Hidrográfica da Bacia do Rio Ave. *Recursos Hídricos*, Volume 32#1, pp. 13-18.
- Pulselli, R. M., Pulselli, F. M., Ratti, C. & Tiezzi, E., 2005. Dissipative Structures for Understanding Cities: Resource Flows and Mobility Patterns. Em: A. H. Boussabaine, J. Lewis, R. J. Kirkham & G. M. Jared, edits. *MIT SENSE LAB*. Liverpool: University of Liverpool, pp. 271-279.
- Ramos, C. & Ventura, J. E., 1997. A energia solar em Portugal: Potencialidades e diferenciação regional. *III Congresso da Geografia Portuguesa*, pp. 453-461.
- Raugei, M., 2013. A Different Take on the Emergy Baseline - Or Can There Be Any Such Thing. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 7: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 61-66.

- Schilling, C. v. & Straussfogel, D., 2008. *Introducing the Research - Entropy Debt: A Link to Sustainability?*. Madison, University of Wisconsin.
- Sinisgalli, P. A., 2006. A eMergia como indicador de valor para a análise econômica-ecológica. *MEGADIVERSIDADE*, Volume 2, pp. 18-23.
- SNIAmb, 2015. *Agência Portuguesa do Ambiente*.  
Disponível em: [sniamb.apambiente.pt/Home/Default.htm](http://sniamb.apambiente.pt/Home/Default.htm)  
[Acedido em 19/05/2015].
- Société Advercity, 2015. *db-city*.  
Disponível em: <http://pt.db-city.com/Portugal> [Acedido em 12/05/2015].
- Sweeney, S., Cohen, M. & King, D. B. M. T., 2007. Creation of a Global Emergy Database for Standardized National Emergy Synthesis. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 4: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 23.1-23.18.
- The World Bank, 2014. *World Development Indicators*, Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development.
- Tilley, D. R., 2004. Howard T. Odum's contribution to the laws of energy. *ECOLOGICAL MODELLING*, Volume 178, pp. 121-125.
- UN, 2013a. *World Population Prospects The 2012 Revision - Key Findings and Advance Tables*. New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- UN, 2013b. *National Accounts Main Aggregates Database, U. N. Statistics Division*.  
Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/snaama/selbasicFast.asp>  
[Acedido em 04/03/2015].
- Wave Energy Centre, 2004. *Potencial e estratégia de desenvolvimento da energia das ondas em Portugal*. Lisboa: WAVE ENERGY CENTRE.
- Wilting, H. C., 1996. *An energy perspective on economic activities*. Groningen: University of Groningen
- World Bank Group, 2015. *The World Bank*. Disponível em:  
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD/countries/1W?display=graph>  
[Acedido em 10/07/2015].

- Yang, Z. F.; Jiang, M. M.; Chen, B.; Zhou, J. B.; Chen, G. Q.; Li, S. C., 2009. Solar emergy evaluation for Chinese economy. *Energy Policy*, pp. 875-886.
- Zhang, L. X.; Chen, B.; Yang, Z. F.; Chen, G. Q.; Jiang, M. M.; Liu, G. Y., 2008. Comparasion of typical mega cities in China using emergy synthesis. *ScienceDirect*, pp. 2827-2836.
- Zhang, L., Yang, Z., Chen, G. & Liu, G., 2013. Estimating Transformity (UEV) with Economic Input-Output Models. Em: M. BROWN, et al. edits. *EMERGY SYNTHESIS 7: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Gainesville: University of Florida Center for Environmental Policy, pp. 575-586.

## Apêndice A – Transporte internacional de mercadorias no ano 2013

| Grupos de mercadorias   | Importações (toneladas)                             | Exportações (toneladas)                              | Transporte                            |
|---|---|--|---------------------------------------|
| 5 – Têxteis e produtos têxteis; couro e artigos em couro.                             | 0<br>170000<br>277569<br>(total: 447569)            | 0<br>173000<br>112772<br>(total: 285772)             | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| 6 – Madeira e cortiça excluindo mobiliário, pasta papel e cartão.                     | 94187<br>713000<br>765132<br>(total: 1572319)       | 1893<br>1310000<br>2671705<br>(total: 3983598)       | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| 8 - Produtos químicos, borracha e material plástico.                                  | 8302<br>622000<br>2241053<br>(total: 2871355)       | 78826<br>994000<br>1838680<br>(total: 2911506)       | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| 9 – Outros produtos minerais não metálicos.   | 1408<br>514000<br>228229<br>(total: 743637)         | 0<br>936000<br>5549453<br>(total: 6485453)           | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| 10 – Metais de base; produtos metálicos transformados exceto máquinas e equipamentos. | 247008<br>546000<br>1248456<br>(total: 2041464)     | 98255<br>643000<br>1760657<br>(total: 2501912)       | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| 12 – Material de transporte   | 840<br>464000<br>109000<br>(total: 573840)          | 0<br>574000<br>224668<br>(total: 798668)             | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |
| Total   | 351745 (4,3%)<br>3029000 (36,7%)<br>4869439 (59,0%) | 178974 (1,1%)<br>4630000 (27,3%)<br>12157935 (71,6%) | Ferroviário<br>Rodoviário<br>Marítimo |

Dados do INE I.P. (2014c)

## Apêndice B – Cálculo dos fluxos energéticos de Portugal continental

### (Item 1)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 89102,16 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 28000 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Insolação média } (\dot{q}) = 150 \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2}$$

$$\text{Albedo } (\alpha) = 0,3$$

$$\text{Transformidade} = 1 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = (A_t + A_p) \times \dot{q} \times (1 - \alpha)$$

$$\text{Fluxo de energia} = [89102,16 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} + 28000 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)}] \times 150 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2} \right) \times (1 - 0,3) \times 10^4 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 5,14 \times 10^{20} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 2a)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 89102,16 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 0,93 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Evapotranspiração } (Evap) = 0,56 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia livre de Gibbs } (G) = 4940 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 3,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Evap \times G \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 89102,16 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,56 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times 4940 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 2,46 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 2b)

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 28000 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade plataforma continental } (Pl_p) = 0,42 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Evapotranspiração } (Evap) = 0,56 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia livre de Gibbs } (G) = 4940 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 3,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_p \times Pl_p \times G \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 28000 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,42 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times 4940 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 5,81 \times 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 3)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 89102,16 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 0,93 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Altitude média } (h) = 282,5 \text{ m}$$

$$\text{Taxa de escoamento } (esc) = 0,4$$

$$\text{Aceleração da gravidade } (g) = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 4,66 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Pl_t \times h \times esc \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 89102,16 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,93 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times 282,5 \text{ (m)} \times 0,4 \times 9,8 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 9,18 \times 10^{16} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 4)**

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 89102,16 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade média do vento } (v_m) = 3,5 \frac{m}{s}$$

$$\text{Velocidade geostrófica do vento } (v_g) = 7,0 \frac{m}{s}$$

$$\text{Coeficiente de retardo } (r) = 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{Densidade do ar } (\rho) = 1,2 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Transformidade} = 2,45 \times 10^3 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times v_g^3 \times \rho \times r \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 89102,16 \times 10^6 \text{ (m}^2) \times \left[7,0 \left(\frac{m}{s}\right)\right]^3 \times 1,2 \left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 2 \times 10^{-3} \times 3,1536 \times 10^7 \left(\frac{s}{\text{ano}}\right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 2,31 \times 10^{18} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 5)**

$$\text{Comprimento da costa } (l_c) = 1,24 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\text{Potência gerada } (P_g) = 15 \times 10^9 \text{ W}$$

$$\text{Transformidade} = 5,11 \times 10^4 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = P_g \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 15 \times 10^9 \left(\frac{J}{s}\right) \times 3,1536 \times 10^7 \left(\frac{s}{\text{ano}}\right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 4,73 \times 10^{17} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 6)**

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 28000 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Amplitude média da maré } (\Delta h_{\text{maré}}) = 1,1 \text{ m}$$

$$\text{Número de marés por ano } (n) = 706 \frac{1}{\text{ano}}$$

$$\text{Aceleração da gravidade } (g) = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Densidade da água salgada } (\rho) = 1025 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Transformidade} = 7,39 \times 10^4 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_p \times 0,5 \times n \times (\Delta h_{\text{maré}})^2 \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 28000 \times 10^6 \text{ (m}^2) \times 0,5 \times 706 \left(\frac{1}{\text{ano}}\right) \times [1,1 \text{ (m)}]^2 \times 9,8 \left(\frac{m}{s^2}\right) \times 1025 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1,20 \times 10^{17} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 7)**

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 89102,16 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Fluxo médio de calor } (\dot{q}) = 64 \times 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$\text{Transformidade} = 1,20 \times 10^4 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times \dot{q} \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 89102,16 \times 10^6 \text{ (m}^2) \times 64 \times 10^{-3} \left(\frac{J}{s \cdot m^2}\right) \times 3,1536 \times 10^7 \left(\frac{s}{\text{ano}}\right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1,80 \times 10^{17} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 8)**

$$\text{Fluxo de energia hídrica } (W_H) = 14868 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia hídrica } (Tr_H) = 1,12 \times 10^5 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia geotérmica } (W_G) = 0 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia geotérmica } (Tr_G) = 2,47 \times 10^5 \frac{sej}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia eólica } (W_E) = 11859 \frac{GWh}{\text{ano}}$$



$$\text{Transformidade energia eólica } (Tr_E) = 1,11 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia solar } (W_S) = 449 \frac{GWh}{ano}$$

$$\text{Transformidade energia solar } (Tr_S) = 6,99 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia biomassa } (W_B) = 3337 \frac{GWh}{ano}$$

$$\text{Transformidade energia biomassa } (Tr_B) = 7,39 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (W_H + W_G + W_E + W_S + W_B) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (14868 + 0 + 11859 + 449 + 3337) \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia total} = 1,1 \times 10^{17} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Fluxo emergia} = (W_H \times Tr_H + W_G \times Tr_H + W_E \times Tr_H + W_S \times Tr_H + W_B \times Tr_H) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo emergia} = (14868 \times 1,12 + 0 + 11859 \times 1,11 + 449 \times 6,99 + 3337 \times 0,739) \left[ \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) \right] \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de emergia} = 1,28 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = \frac{\text{Fluxo de emergia}}{\text{Fluxo de energia}}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = \frac{1,28 \times 10^{22} \left( \frac{seJ}{ano} \right)}{1,1 \times 10^{17} \left( \frac{J}{ano} \right)}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = 1,16 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

#### (Item 9)

$$\text{Produção de cereais e leguminosas secas} = 1229 \times 10^3 + 3 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica do milho} = 1,45 \times 10^{10} \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia cereais} = (1229 \times 10^3 + 3 \times 10^3) \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 1,45 \times 10^{10} \left( \frac{seJ}{g} \right) = 1,79 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Produção de tubérculos} = 464 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica das batatas} = 2,8 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia tubérculos} = 464 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 2,8 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 0,13 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Produção de produtos hortícolas} = 2542 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica das hortícolas} = 2,37 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,3 \left( \frac{kcal}{g} \right) \times 4186 \left( \frac{J}{kcal} \right) = 4,99 \times 10^8 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia hortícolas} = 2542 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 4,99 \times 10^8 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 0,13 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Produção de frutos} = 1311 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica dos frutos} = 2,87 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,5 \left( \frac{kcal}{g} \right) \times 4186 \left( \frac{J}{kcal} \right) = 1,01 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia frutos} = 1311 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 1,01 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 0,13 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Produção total agrícola} = (1229 + 3 + 464 + 2542 + 1311) \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) = 5549 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Fluxo de energia produção agrícola} = (1,79 + 0,13 + 0,13 + 0,13) \times 10^{22} \left( \frac{seJ}{ano} \right) = 2,18 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Energia específica da produção agrícola} = \frac{2,18 \times 10^{22} \left( \frac{seJ}{ano} \right)}{5549 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right)} = 3,93 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

#### (Item 10)

$$\text{Produção de carne} = 776 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da carne} = 4,85 \times 10^{10} \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia carne} = 776 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 4,85 \times 10^{10} \left( \frac{seJ}{g} \right) = 3,76 \times 10^{22} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Produção de ovos} = 121 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica dos ovos} = 1,07 \times 10^{11} \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia ovos} = 121 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,07 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,29 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Produção de leite} = 1356 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do leite} = 2,01 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Fluxo de energia leite} = 1356 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 2,01 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 0,27 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Produção total pecuária} = (776 + 121 + 1356) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 2253 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia produção pecuária} = (3,76 + 1,29 + 0,27) \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 5,32 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da produção pecuária} = \frac{5,32 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{2253 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 2,36 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 11)**

$$\text{Produção pesqueira} = 173 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do peixe} = 2,5 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia produção pesqueira} = 173 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,5 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,43 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

**(Item 12)**

$$\text{Produção lenha} = 600 \times 10^3 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}$$

$$\text{Densidade lenha} = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Energia específica da lenha} = 2,44 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Fluxo de energia lenha} = 600 \times 10^3 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} \right) \times 650 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 2,44 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 9,5 \times 10^{19} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

**(Item 13)**

$$\text{Produção de madeira} = 9584 \times 10^3 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}$$

$$\text{Densidade toro madeira} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Energia específica da madeira} = 3,5 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Fluxo de energia madeira} = 9584 \times 10^3 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} \right) \times 750 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 2,52 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

**(Item 14)**

$$\text{Consumo de eletricidade} = 45,6 \times 10^9 \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} = 45,6 \times 10^9 \left( \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right) \times 3,6 \times 10^6 \left( \frac{\text{J}}{\text{kWh}} \right) = 1,64 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = 1,16 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

**(Item 15)**

$$\text{Produção de minerais industriais} = 4941387 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica da argila} = 2,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,35 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de agregados} = 29354073 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do arenito} = 8,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de cimento e cal} = 9401222 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do calcário} = 9,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de rochas ornamentais} = 2895942 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do xisto} = 4,1 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia minerais} = (4941387 \times 3,35 + 29354073 \times 8,5 + 9401222 \times 9,5 + 2895942 \times 4,1) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = 3,672 \times 10^{23} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Produção de adubos azotados} = 77906 \times 10^3 \text{ kg}; \quad (\text{dados 2012})$$

$$\text{Energia específica do adubo azotado} = 4,21 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de adubos fosfatados} = 28200 \times 10^3 \text{ kg}; \quad (\text{dados 2012})$$

$$\text{Energia específica do adubo fosfatado} = 6,88 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de potássicos} = 22430 \times 10^3 \text{ kg}; \quad (\text{dados 2012})$$

$$\text{Energia específica do adubo potássico} = 2,96 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Energia fertilizantes} = (77906 \times 4,21 + 28200 \times 6,88 + 22430 \times 2,96) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = 5,88 \times 10^{20} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica de minerais e fertilizantes} = \frac{3,672 \times 10^{23}(\text{seJ}) + 5,88 \times 10^{20}(\text{seJ})}{(4941387 + 29354073 + 9401222 + 2895942 + 77906 + 28200 + 22430) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)} =$$

$$\frac{3,678 \times 10^{23}(\text{seJ})}{46721160 \times 10^6(\text{g})} = 7,87 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 16)**

$$\text{Produção de cobre} = 326276 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do cobre} = 9,8 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de zinco} = 107040 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do zinco} = 7,2 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de tungstênio} = 1174 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do tungstênio} = 1,1 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de chumbo (e estanho)} = 4125 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do chumbo} = 4,8 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Produção de titânio} = 15 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do titânio} = 6,4 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia metais} = (326276 \times 9,8 + 107040 \times 7,2 + 1174 \times 110 + 4125 \times 48 + 15 \times 6,4) \times 10^3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{ano}}\right) \times 10^{10} \left(\frac{\text{seJ}}{\text{g}}\right) \times$$

$$10^3 \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right) = 4,295 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = \frac{3,656 \times 10^{22}(\text{seJ})}{(326276 + 107040 + 1174 + 4125 + 15) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)} = \frac{3,656 \times 10^{22}(\text{seJ})}{438630 \times 10^6(\text{g})} = 8,34 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 17)**

$$\text{Área cultivo } (A_{\text{cultivo}}) = 4,492242 \times 10^{10} \text{ m}^2$$

$$\text{Perda de solo} = 500 \frac{\text{g}}{\text{ano.m}^2}$$

$$\text{Conteúdo orgânico solo} = 2\%$$

$$\text{Transformidade conteúdo orgânico (solo)} = 7,4 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,24 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Energia específica dos sedimentos} = 1 \times 10^9 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{g}}\right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,68 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia c. orgânico}$$

$$= 4,492242 \times 10^{10} (\text{m}^2) \times 500 \left(\frac{\text{g}}{\text{ano.m}^2}\right) \times \frac{2}{100} \times 5,4 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{g}}\right) \times 4186 \left(\frac{\text{J}}{\text{kcal}}\right) = 1,015 \times 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia solo (orgânico)} = 1,015 \times 10^{16} (\text{J}) \times 1,24 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) = 1,26 \times 10^{20} \text{ seJ}$$

$$\text{Fluxo de energia dos sedimentos} = 4,492242 \times 10^{10} (\text{m}^2) \times 500 \left(\frac{\text{g}}{\text{ano.m}^2}\right) \times 1,68 \times 10^9 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{g}}\right) = 3,77 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia perda de solo} = 1,26 \times 10^{20} (\text{seJ}) + 3,77 \times 10^{22} (\text{seJ}) = 3,78 \times 10^{22} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica da perda do solo} = \frac{3,78 \times 10^{22} (\text{seJ})}{4,492242 \times 10^{10} (\text{m}^2) \times 500 \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2}\right)} = \frac{3,78 \times 10^{22} (\text{seJ})}{2,25 \times 10^{13} (\text{g})} = 1,68 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 18)**

$$\text{Importação de gás natural} = 4174200 \times 10^3 \frac{\text{Nm}^3}{\text{ano}}$$

$$\text{Densidade de energia do gás natural} = 38,44 \frac{\text{MJ}}{\text{Nm}^3}$$

$$\text{Transformidade do gás natural} = 4,8 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) \times \frac{15,83}{9,44} = 8,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás natural} = 4174200 \times 10^3 \left(\frac{\text{Nm}^3}{\text{ano}}\right) \times 38,44 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Nm}^3}\right) \times 10^6 \left(\frac{\text{J}}{\text{MJ}}\right) = 1,605 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás natural} = 1,605 \times 10^{17} \left(\frac{\text{J}}{\text{ano}}\right) \times 8,05 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) = 1,29 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de petróleo bruto} = 12208572 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do petróleo bruto} = 43,75 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}}$$

$$\text{Transformidade do petróleo bruto} = 5,4 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) \times \frac{15,83}{9,44} = 9,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia do petróleo bruto} = 12208572 \left(\frac{\text{ton}}{\text{ano}}\right) \times 43,75 \left(\frac{\text{GJ}}{\text{ton}}\right) \times 10^9 \left(\frac{\text{J}}{\text{GJ}}\right) = 5,34 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia do petróleo bruto} = 5,34 \times 10^{17} \left(\frac{\text{J}}{\text{ano}}\right) \times 9,05 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) = 4,83 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de derivados do petróleo} = 2499569 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da gasolina} = 44 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}}$$

$$\text{Transformidade da gasolina} = 6,6 \times 10^4 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,11 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia da gasolina} = 2499569 \left(\frac{\text{ton}}{\text{ano}}\right) \times 44 \left(\frac{\text{GJ}}{\text{ton}}\right) \times 10^9 \left(\frac{\text{J}}{\text{GJ}}\right) = 1,10 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia da gasolina} = 1,10 \times 10^{17} \left(\frac{\text{J}}{\text{ano}}\right) \times 1,11 \times 10^5 \left(\frac{\text{seJ}}{\text{J}}\right) = 1,22 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de carvão} = 4398598 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do carvão} = 28,43 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}}$$

$$\text{Transformidade do carvão} = 4,0 \times 10^4 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 6,71 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia do carvão} = 4398598 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 28,43 \left( \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{J}}{\text{GJ}} \right) = 1,25 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia do carvão} = 1,25 \times 10^{17} \left( \frac{\text{J}}{\text{ano}} \right) \times 6,71 \times 10^4 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) = 0,84 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (1,61 + 5,34 + 1,10 + 1,25) \times 10^{17} \left( \frac{\text{J}}{\text{ano}} \right) = 9,30 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (1,29 + 4,83 + 1,22 + 0,84) \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 8,18 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade dos combustíveis importados} = \frac{8,18 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{9,295 \times 10^{17} \left( \frac{\text{J}}{\text{ano}} \right)} = 8,8 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

**(Item 19)**

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} (W_E) = 5229 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade da eletricidade} (Tr_E) = 1,16 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = W_E \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = 5229 \left( \frac{\text{GWh}}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{Wh}}{\text{GWh}} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{\text{J}}{\text{Wh}} \right) = 1,88 \times 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

**(Item 20)**

$$\text{Importação de cereais e leguminosas secas} = 4092 \times 10^3 + 47 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do milho} = 1,45 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de cereais} = (4092 + 47) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,45 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 6,00 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de tubérculos} = 602 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica das batatas} = 2,8 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de tubérculos} = 602 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,8 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,17 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de produtos hortícolas} = 441 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica das hortícolas} = 2,37 \times 10^5 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,3 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 4,99 \times 10^8 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de hortícolas} = 441 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 4,99 \times 10^8 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 2,20 \times 10^{20} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de frutos} = 757 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica dos frutos} = 2,87 \times 10^5 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,5 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 1,01 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de frutos} = 757 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,01 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 7,65 \times 10^{20} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação total agrícola} = (4092 + 47 + 602 + 441 + 757) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 5939 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação agrícola} = (6,00 + 0,17 + 0,02 + 0,0765) \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 6,27 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da importação agrícola} = \frac{6,27 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{5939 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 1,06 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 21)**

$$\text{Importação de carne} = 311 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da carne} = 4,85 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de carne} = 311 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 4,85 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,51 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de ovos} = 19 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica dos ovos} = 1,07 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de ovos} = 19 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,07 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,20 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de leite} = 443 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do leite} = 2,01 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação de leite} = 443 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 2,01 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 0,09 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação total pecuária} = (311 + 19 + 443) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 773 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação pecuária} = (1,51 + 0,20 + 0,09) \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 1,80 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da importação pecuária} = \frac{1,80 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{773 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 2,33 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 22)**

$$\text{Importação peixe} = 478 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica do peixe} = 2,5 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da importação peixe} = 478 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,5 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,20 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

**(Item 23)**

$$\text{Importação de argila e caulino} = 178323 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica da argila} = 2,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,35 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de outros minerais industriais} = 606879 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica da argila} = 2,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,35 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de agregados} = 26174 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do arenito} = 8,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de cimento e cal} = 8869 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do calcário} = 9,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de rochas ornamentais} = 161258 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do xisto} = 4,1 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de sal} = 151068 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do sal} = 1,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,68 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia minerais} = (178323 \times 3,35 + 606879 \times 3,35 + 26174 \times 8,5 + 8869 \times 9,5 + 161258 \times 4,1 + 151068 \times 1,68) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 3,85 \times 10^{21} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica dos minerais} = \frac{3,85 \times 10^{21} (\text{seJ})}{(178323 + 606879 + 26174 + 8869 + 161258 + 151068) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{3,85 \times 10^{21} (\text{seJ})}{1132571 \times 10^6 (\text{g})} = 3,40 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 24)**

$$\text{Importação de ferro} = 385,897 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do ferro} = 1,96 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de zircónio} = 2564 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do zircónio} = 3,18 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de zinco} = 2317 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do zinco} = 7,2 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de crómio} = 2227 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do crómio} = 1,5 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de alumínio} = 1702 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do alumínio} = 5,4 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de titânio} = 568 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do titânio} = 6,4 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de manganés} = 134 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do manganés} = 3,5 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de chumbo} = 26 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do chumbo} = 4,8 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de outros metais} = 6 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = 1 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia metais} = (385,897 \times 1,96 + 2564 \times 3,18 + 2317 \times 7,2 + 2227 \times 15 + 1702 \times 0,54 + 568 \times 6,4 + 134 \times 35 + 26 \times 48 + 6 \times 0,1) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 6,95 \times 10^{20} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = \frac{6,95 \times 10^{20} (\text{seJ})}{(385,897 + 2564 + 2317 + 2227 + 1702 + 568 + 134 + 26) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{6,95 \times 10^{20} (\text{seJ})}{9929,897 \times 10^6 (\text{g})} = 7,0 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 25)**

$$\text{Importação de metais transformados} = 2041464 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = 7,0 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 26)**

$$\text{Importação de minerais transformados} = 743637 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do cimento} = 3,48 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right)$$

**(Item 27)**

$$\text{Importação de madeira} = (1572319 - 77109) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 1495210 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\begin{aligned}
\text{Energia específica da madeira} &= 3,5 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \\
\text{Fluxo de energia da importação de madeira} &= 1495210 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 5,23 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Importação de cortiça} &= 77109 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica da cortiça} &= 3,5 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \quad ; \text{transformidade da madeira por ausência da transformidade da cortiça} \\
\text{Fluxo de energia da importação de cortiça} &= 77109 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 2,7 \times 10^{20} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Importação de têxteis} &= (447569 - 15869) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 431700 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica do algodão} &= 2,1 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da importação de têxteis} &= 431700 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,1 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 9,07 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Importação de peles} &= 15869 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica das peles} &= 8,6 \times 10^6 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 3,6 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 2,17 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da importação de peles} &= 15869 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 2,17 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,44 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Importação total de produtos acabados} &= (1572319 + 447569) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 2019888 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Fluxo de energia da importação produtos acabados} &= (5,23 + 0,27 + 9,07 + 3,44) \times 10^{21} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 1,80 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica da importação de produtos acabados} &= \frac{1,80 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{2019888 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 8,9 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 28)**

$$\begin{aligned}
\text{Importação de adubos azotados} &= 279228 \times 10^3 \text{ kg} \\
\text{Energia específica do adubo azotado} &= 4,21 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Importação de adubos fosfatados} &= 12416 \times 10^3 \text{ kg} \\
\text{Energia específica do adubo fosfatado} &= 6,88 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Importação de potássicos} &= 100441 \times 10^3 \text{ kg} \\
\text{Energia específica do adubo potássico} &= 2,96 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia fertilizantes} &= (279228 \times 4,21 + 12416 \times 6,88 + 100441 \times 2,96) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = 1,56 \times 10^{21} \text{seJ} \\
\text{Energia específica dos fertilizantes} &= \frac{1,56 \times 10^{21} (\text{seJ})}{(279228 + 12416 + 100441) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{1,56 \times 10^{21} (\text{seJ})}{392085 \times 10^6 (\text{g})} = 3,98 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 29)**

$$\begin{aligned}
\text{Importação de produtos químicos, plásticos e borracha} &= 2871335 \times 10^3 \text{ kg} \\
\text{Energia específica do plástico (Europa)} &= 5,76 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 30)**

$$\begin{aligned}
\text{Importação de materiais de transporte} &= 573840 \times 10^3 \text{ kg} \\
\text{Energia específica do ferro} &= 1,96 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 31)**

$$\begin{aligned}
\text{Serviços importados} &= 10999 \times 10^6 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\text{\$}}{\text{€}} \right) = 14607 \times 10^6 \$ \\
\text{EMR mundial} &= 1,65 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{\$}}
\end{aligned}$$

**(Item 32)**

$$\begin{aligned}
\text{Serviços sobre os bens importados} &= 54564 \times 10^6 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\text{\$}}{\text{€}} \right) = 72461 \times 10^6 \$ \\
\text{EMR mundial} &= 1,65 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{\$}}
\end{aligned}$$

**(Item 33)**

$$\begin{aligned}
\text{Exportação de gás natural} &= 0 \frac{\text{Nm}^3}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de petróleo bruto} &= 5525222 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica do petróleo bruto} &= 43,75 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \\
\text{Transformidade do petróleo bruto} &= 5,4 \times 10^4 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 9,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \\
\text{Fluxo de energia do petróleo bruto} &= 5525222 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 43,75 \left( \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{J}}{\text{GJ}} \right) = 2,42 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}} \\
\text{Fluxo de energia do petróleo bruto} &= 2,42 \times 10^{17} \left( \frac{\text{J}}{\text{ano}} \right) \times 9,05 \times 10^4 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) = 2,19 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de derivados do petróleo} &= 5270644 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Energia específica da gasolina} &= 44 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \\
\text{Transformidade da gasolina} &= 6,6 \times 10^4 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,11 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \\
\text{Fluxo de energia da gasolina} &= 5270644 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 44 \left( \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{J}}{\text{GJ}} \right) = 2,32 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}} \\
\text{Fluxo de energia da gasolina} &= 2,32 \times 10^{17} \left( \frac{\text{J}}{\text{ano}} \right) \times 1,11 \times 10^5 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) = 2,58 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de carvão} &= 0 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Energia da exportação de combustíveis} &= (2,42 + 2,32) \times 10^{17} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 4,74 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}} \\
\text{Energia da exportação de combustíveis} &= (2,19 + 2,58) \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 4,77 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Transformidade da exportação de combustíveis} &= \frac{4,77 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}}{4,74 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}} = 1,01 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}
\end{aligned}$$

**(Item 34)**

$$\begin{aligned}
\text{Fluxo de exportações de eletricidade} (W_E) &= 2448 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}} \\
\text{Transformidade da eletricidade} (Tr_E) &= 1,16 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \\
\text{Fluxo de exportações de eletricidade} &= W_E \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3 \\
\text{Fluxo de exportações de eletricidade} &= 2448 \left( \frac{\text{GWh}}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{Wh}}{\text{GWh}} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{\text{J}}{\text{Wh}} \right) = 8,81 \times 10^{15} \frac{\text{J}}{\text{ano}}
\end{aligned}$$

**(Item 35)**

$$\begin{aligned}
\text{Exportação de cereais e leguminosas secas} &= 408 \times 10^3 + 13 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica do milho} &= 1,45 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de cereais} &= (408 + 13) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,45 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 6,10 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de tubérculos} &= 97 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica das batatas} &= 2,8 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de tubérculos} &= 97 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,8 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,27 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de produtos hortícolas} &= 1598 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica das hortícolas} &= 2,37 \times 10^5 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,3 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 4,99 \times 10^8 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de hortícolas} &= 1598 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 4,99 \times 10^8 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,80 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de frutos} &= 494 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica dos frutos} &= 2,87 \times 10^5 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 0,5 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 1,01 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de frutos} &= 494 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,01 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,50 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação total agrícola} &= (408 + 13 + 97 + 1598 + 494) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 2610 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação agrícola} &= (6,10 + 0,27 + 0,80 + 0,50) \times 10^{21} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 0,767 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica da exportação agrícola} &= \frac{0,767 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{2610 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 2,94 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 36)**

$$\begin{aligned}
\text{Exportação de carne} &= 109 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica da carne} &= 4,85 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de carne} &= 109 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 4,85 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 5,29 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de ovos} &= 22 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica dos ovos} &= 1,07 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de ovos} &= 22 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 1,07 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 2,35 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação de leite} &= 342 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica do leite} &= 2,01 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação de leite} &= 342 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 2,01 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 0,34 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Exportação total pecuária} &= (109 + 22 + 342) \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 473 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \\
\text{Fluxo de energia da exportação pecuária} &= (5,29 + 2,35 + 0,34) \times 10^{21} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 7,98 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \\
\text{Energia específica da exportação pecuária} &= \frac{7,98 \times 10^{21} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{473 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 1,69 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}
\end{aligned}$$

**(Item 37)**

$$\text{Exportação peixe} = 274 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade peixe} = 2,5 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação peixe} = 274 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,5 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 0,69 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

**(Item 38)**

$$\text{Exportação de minerais de argila e caulino} = 329721 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica da argila} = 2,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,35 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de outros minerais industriais} = 440734 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica da argila} = 2,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 3,35 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de agregados} = 394615 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do arenito} = 8,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de cimento e cal} = 9103 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do calcário} = 9,5 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de rochas ornamentais} = 1746262 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do xisto} = 4,1 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de sal} = 32131 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do sal} = 1,00 \times \frac{15,83}{9,44} \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,68 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia minerais} = (329721 \times 3,35 + 440734 \times 3,35 + 394615 \times 8,5 + 9103 \times 9,5 + 1746262 \times 4,1 + 32131 \times 1,68) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{g}} \right) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 1,32 \times 10^{22} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica dos minerais} = \frac{1,32 \times 10^{22} (\text{seJ})}{(329721 + 440734 + 394615 + 9103 + 1746262 + 32131) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{1,32 \times 10^{22} (\text{seJ})}{2952567 \times 10^6 (\text{g})} = 4,47 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 39)**

$$\text{Exportação de ferro} = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do ferro} = 1,96 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de cobre} = 327959 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do cobre} = 9,8 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de zinco} = 112013 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do zinco} = 7,2 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de chumbo} = 3685 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do chumbo} = 4,8 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de volfrâmio} = 1253 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do volfrâmio} = 1,10 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Exportação de outros metais} = 179 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = 1 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia metais} = (0 \times 1,96 + 327959 \times 9,8 + 112013 \times 7,2 + 3685 \times 48 + 1253 \times 110 + 179 \times 0,1) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = 4,34 \times 10^{22} \text{ seJ}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = \frac{4,34 \times 10^{22} (\text{seJ})}{(327959 + 112013 + 3685 + 1253 + 179) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{4,34 \times 10^{22} (\text{seJ})}{445089 \times 10^6 (\text{g})} = 9,75 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 40)**

$$\text{Exportação de metais transformados} = 2501912 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica dos metais} = 9,75 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 41)**

$$\text{Exportação de minerais transformados} = 6485453 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do cimento} = 3,48 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right)$$

**(Item 42)**

$$\text{Exportação de madeira} = (3983598 - 70890) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 3912708 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da madeira} = 3,5 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação de madeira} = 3912708 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 1,369 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Exportação de cortiça} = 70890 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da cortiça} = 3,5 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} ; \text{transformidade da madeira por ausência da transformidade da cortiça}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação de cortiça} = 70890 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{kg}} \right) = 2,5 \times 10^{20} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Exportação de têxteis} = (285772 - 8252) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 277520 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$



$$\text{Energia específica do algodão} = 2,1 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação de têxteis} = 277520 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,1 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 5,83 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Exportação de peles} = 8252 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica de peles} = 8,6 \times 10^6 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right) \times \frac{15,83}{9,44} \times 3,6 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right) = 2,17 \times 10^{11} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação de peles} = 8252 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 2,17 \times 10^{11} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 1,79 \times 10^{21} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Exportação total de produtos acabados} = (3983598 + 285772) \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) = 4269370 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia da exportação produtos acabados} = (13,69 + 0,25 + 5,83 + 1,79) \times 10^{21} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right) = 2,16 \times 10^{22} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da exportação de produtos acabados} = \frac{2,16 \times 10^{22} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{ano}} \right)}{4269370 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right)} = 5,06 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 43)**

$$\text{Importação de adubos azotados} = 188240 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do adubo azotado} = 4,21 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de adubos fosfatados} = 5409 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do adubo fosfatado} = 6,88 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Importação de potássicos} = 10878 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do adubo potássico} = 2,96 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

$$\text{Fluxo de energia fertilizantes} = (188240 \times 4,21 + 5409 \times 6,88 + 10878 \times 2,96) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = 8,6 \times 10^{20} \text{seJ}$$

$$\text{Energia específica dos fertilizantes} = \frac{8,6 \times 10^{20} (\text{seJ})}{(188240 + 5409 + 10878) \times 10^3 (\text{kg}) \times 10^3 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)} = \frac{8,6 \times 10^{20} (\text{seJ})}{204527 \times 10^6 (\text{g})} = 4,20 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 44)**

$$\text{Importação de produtos químicos, plásticos e borracha} = 2911506 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do plástico (Europa)} = 5,76 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 45)**

$$\text{Importação de materiais de transporte} = 798668 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do ferro} = 1,96 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}}$$

**(Item 46)**

$$\text{Serviços importados} = 21935 \times 10^6 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\text{\$}}{\text{€}} \right) = 29130 \times 10^6 \$$$

$$\text{EMR de Portugal} = 4,33 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{\$}}$$

**(Item 47)**

$$\text{Serviços sobre os bens importados} = 46581 \times 10^6 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\text{\$}}{\text{€}} \right) = 61860 \times 10^6 \$$$

$$\text{EMR de Portugal} = 4,33 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\text{\$}}$$

## Apêndice C – Itens emergéticos de Portugal continental

$$Emergia_{recursos renováveis} (R) = Emergia_{Chuva química (terrestre)} + Emergia_{Chuva geopotencial} + Emergia_{ondas}$$

$$Emergia_{recursos renováveis} (R) = (75,0 + 42,8 + 242) \times 10^{20} (sej) = 359 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{recursos rurais dispersos} (N_0) = Emergia_{perda de solo} + Emergia_{produção piscícola} + Emergia_{Biomassa} + \\ + Emergia_{Extração florestal}$$

$$Emergia_{recursos rurais dispersos} (N_0) = (378 + 43 + 0,95 + 252) \times 10^{20} sej = 673,95 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{recursos de uso concentrado} (N_1) = Emergia_{extração minerais e uso fertilizantes} + Emergia_{extração metais} - \\ - Emergia_{exportações metais} - Emergia_{exportações minerais}$$

$$Emergia_{recursos de uso concentrado} (N_1) = (3678 + 429,5 - 132 - 434) \times 10^{20} (sej) = 3541,5 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{exportada sem transformação} (N_2) = Emergia_{exp. minerais} + Emergia_{exp. fertilizantes} + Emergia_{exp. metais}$$

$$Emergia_{exportada sem transformação} (N_2) = (132 + 8,6 + 434) \times 10^{20} (sej) = 574,6 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{não renovável utilizada} (N) = N_0 + N_1 + N_2$$

$$Emergia_{não renovável utilizada} (N) = (673,95 + 3541,5 + 574,6) \times 10^{20} (sej) = 4485,5 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{não renovável consumida localmente} = N_0 + N_1 = (673,95 + 3541,5) \times 10^{20} (sej) = 4215,45 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade} (F) = Emergia_{imp. combustíveis} +$$

$$Emergia_{imp. minerais} + Emergia_{imp. fertilizantes} + Emergia_{imp. metais} + Emergia_{imp. eletricidade}$$

$$Emergia_{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade} (F) =$$

$$= (818 + 38,5 + 15,6 + 6,95 + 21,8) \times 10^{20} (sej) = 900,55 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{imp. bens} (G) = Emergia_{imp. agric.} + Emergia_{imp. pec.} + Emergia_{imp. pisc.} + Emergia_{imp. prod. transf.} +$$

$$+ Emergia_{imp. met. transf.} + Emergia_{imp. min. transf.} + Emergia_{imp. prod. quím.} + Emergia_{imp. material transporte}$$

$$Emergia_{imp. bens} (G) = (627 + 180 + 120 + 180 + 1429 + 25,9 + 165,4 + 112,5) \times 10^{20} (sej) =$$

$$= 2839,8 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{exp. bens} (B) = Emergia_{exp. combustíveis} + Emergia_{exp. eletricidade} +$$

$$Emergia_{exp. prod. agrícolas} + Emergia_{exp. pecuária} + Emergia_{exp. peixes} + Emergia_{exp. metais transf} +$$

$$+ Emergia_{exp. minerais transf} + Emergia_{exp. prod. transf.} + Emergia_{exp. químicos} + Emergia_{material de transporte}$$

$$Emergia_{exp. bens} (B) = (477 + 10,2 + 76,7 + 79,8 + 74,8 + 2439 + 226 + 216 + 167,7 + 156,5) \times 10^{20} (sej) =$$

$$= 3923,7 \times 10^{20} sej$$

$$Emergia_{usada} (U) = R + N_0 + N_1 + F + G + P_2I$$

$$Emergia_{usada} (U) = (359 + 673,95 + 3541,5 + 900,55 + 2839,8 + 241 + 1195) \times 10^{20} (sej) =$$

$$= 9750,8 \times 10^{20} sej$$

$$Razão de emergia por unidade monetária de Portugal (P_1) = \frac{U}{PIB}$$

$$Razão de emergia por unidade monetária de Portugal (P_1) = \frac{9750,8 \times 10^{20} (sej)}{225011 \times 10^6 (\$)} = 4,33 \times 10^{12} \frac{sej}{\$}$$

## Apêndice D – Cálculo dos fluxos emergéticos da região do Ave

### (Item 1)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 1246,04 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{Insolação média } (\dot{q}) = 140 \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2}$$

$$\text{Albedo } (\alpha) = 0,3$$

$$\text{Transformidade} = 1 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = (A_t + A_p) \times \dot{q} \times (1 - \alpha)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1246,04 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 140 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2} \right) \times (1 - 0,3) \times 10^4 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 5,11 \times 10^{18} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 2)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 1246,04 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 1,7546 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Evapotranspiração } (Evap) = 1,053 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia livre de Gibbs } (G) = 4940 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 3,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Evap \times G \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1246,04 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 1,053 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times 4940 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 6,48 \times 10^{15} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 3)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 1246,04 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 1,7546 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Altitude média } (h) = 217,2 \text{ m}$$

$$\text{Altitude mínima } (h_m) = 25 \text{ m}$$

$$\text{Taxa de escoamento } (esc) = 0,4$$

$$\text{Aceleração da gravidade } (g) = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 4,66 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Pl_t \times (h - h_m) \times esc \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1246,04 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 1,7546 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times (217,2 - 25) (\text{m}) \times 0,4 \times 9,8 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1,65 \times 10^{15} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 4)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 1246,04 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade média do vento } (v_m) = 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidade geostrófica do vento } (v_g) = 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Coeficiente de retardo } (r) = 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{Densidade do ar } (\rho) = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 2,45 \times 10^3 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times v_g^3 \times \rho \times r \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1246,04 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} \times \left[ 7,0 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \right]^3 \times 1,2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 2 \times 10^{-3} \times 3,1536 \times 10^7 \left( \frac{\text{s}}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 3,23 \times 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

**(Item 5)**

$$\text{Comprimento da costa (} l_c \text{)} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Potência gerada (} P_g \text{)} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Transformidade} = 5,11 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = P_g \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \left( \frac{\text{J}}{\text{s}} \right) \times 0 \left( \frac{\text{s}}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

**(Item 6)**

$$\text{Área da plataforma continental (} A_p \text{)} = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{Amplitude média da maré (} \Delta h_{\text{maré}} \text{)} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Número de marés por ano (} n \text{)} = 0 \frac{1}{\text{ano}}$$

$$\text{Aceleração da gravidade (} g \text{)} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Densidade da água salgada (} \rho \text{)} = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 7,39 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_p \times 0,5 \times n \times (\Delta h_{\text{maré}})^2 \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \text{ (m}^2\text{)} \times 0 \times 706 \left( \frac{1}{\text{ano}} \right) \times [0 \text{ (m)}]^2 \times 9,8 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 1025 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

**(Item 7)**

$$\text{Área terrestre (} A_t \text{)} = 1246,04 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Fluxo médio de calor (} \dot{q} \text{)} = 64 \times 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Transformidade} = 1,20 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times \dot{q} \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1246,04 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)} \times 64 \times 10^{-3} \left( \frac{\text{J}}{\text{s.m}^2} \right) \times 3,1536 \times 10^7 \left( \frac{\text{s}}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 2,51 \times 10^{15} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

**(Item 8)**

$$\text{Fluxo de energia hídrica (} W_H \text{)} = 1417 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia hídrica (} Tr_H \text{)} = 1,12 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia geotérmica (} W_G \text{)} = 0 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia geotérmica (} Tr_G \text{)} = 2,47 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia eólica (} W_E \text{)} = 284 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia eólica (} Tr_E \text{)} = 1,11 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia solar (} W_S \text{)} = 3,48 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia solar (} Tr_S \text{)} = 6,99 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia biomassa (} W_B \text{)} = 0 \frac{\text{GWh}}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia biomassa (} Tr_B \text{)} = 7,39 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (W_H + W_G + W_E + W_S + W_B) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (1417 + 0 + 284 + 3,48 + 0) \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia total} = 6,14 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Fluxo emergia} = (W_H \times Tr_H + W_G \times Tr_H + W_E \times Tr_H + W_S \times Tr_H + W_B \times Tr_H) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo emergia} = (1417 \times 1,12 + 0 + 284 \times 1,11 + 3,48 \times 6,99 + 0) \left[ \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) \right] \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de emergia} = 6,94 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = \frac{\text{Fluxo de emergia}}{\text{Fluxo de energia}}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = \frac{6,94 \times 10^{20} \left( \frac{seJ}{ano} \right)}{6,14 \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right)}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = 1,13 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

**(Item 9)**

$$\text{Ponderação da produção agrícola da região do Ave} = 0,177 \times 0,0585 = 0,0103545$$

$$\text{Produção total agrícola Portugal} = (1229 + 3 + 464 + 2542 + 1311) \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) = 5549 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção total agrícola do Ave} = 5549 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 0,0103545 = 57,5 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Emergia específica da produção agrícola} = 3,93 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de emergia da produção agrícola} = 57,5 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 3,93 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 2,26 \times 10^{20} seJ$$

**(Item 10)**

$$\text{Ponderação da produção pecuária da região do Ave} = 0,268 \times 0,0585 = 0,01568$$

$$\text{Produção total pecuária Portugal} = 2253 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção total pecuária do Ave} = 2253 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 0,01568 = 35,3 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Emergia específica da produção pecuária} = 2,36 \times 10^{10} \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de emergia da produção pecuária} = 35,3 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 2,36 \times 10^{10} \left( \frac{seJ}{g} \right) = 8,33 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 12)**

$$\text{Ponderação da produção florestal da região do Ave} = 0,173 \times 0,0585 = 0,01012$$

$$\text{Produção lenha de Portugal} = 390 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção lenha do Ave} = 390 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 0,01012 = 3,95 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Emergia específica da lenha} = 2,44 \times 10^{11} \frac{seJ}{kg}$$

$$\text{Fluxo de emergia da lenha} = 3,95 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^3 \left( \frac{kg}{ton} \right) \times 2,44 \times 10^{11} \left( \frac{seJ}{kg} \right) = 9,64 \times 10^{17} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 13)**

$$\text{Ponderação da produção florestal da região do Ave} = 0,173 \times 0,0585 = 0,01012$$

$$\text{Produção madeira em Portugal} = 7188 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção madeira no Ave} = 7188 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 0,01012 = 72,74 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Emergia específica da madeira} = 3,5 \times 10^{12} \frac{seJ}{kg}$$

$$\text{Fluxo de emergia da madeira} = 72,74 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^3 \left( \frac{kg}{ton} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{seJ}{kg} \right) = 2,55 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 14)**

$$\text{Consumo de eletricidade} = 2363 \times 10^6 \frac{kWh}{ano} = 2363 \times 10^6 \left( \frac{kWh}{ano} \right) \times 3,6 \times 10^6 \left( \frac{J}{kWh} \right) = 8,51 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Transformidade eletricidade} = 1,16 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia do consumo de eletricidade} = 8,51 \times 10^{15} \left( \frac{J}{\text{ano}} \right) \times 1,16 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 9,87 \times 10^{20} \frac{seJ}{\text{ano}}$$

**(Item 15)**

$$\text{Produção de minerais industriais} = 15729 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Energia específica do calcário} = 9,5 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia minerais} = 15729 \times 10^3 \left( \frac{kg}{\text{ano}} \right) \times 9,5 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) \times 10^3 \left( \frac{g}{kg} \right) = 1,49 \times 10^{20} \frac{seJ}{\text{ano}}$$

**(Item 17)**

$$\text{Ponderação da produção agrícola da região do Ave} = 0,177 \times 0,0585 = 0,0103545$$

$$\text{Área cultivo Portugal} = 4,492242 \times 10^{10} \text{ m}^2$$

$$\text{Área cultivo do Ave} = 4,492242 \times 10^{10} (\text{m}^2) \times 0,0103545 = 465149197,9 \text{ m}^2$$

$$\text{Perda de solo} = 300 \frac{g}{\text{ano.m}^2}$$

$$\text{Conteúdo orgânico solo} = 2\%$$

$$\text{Transformidade conteúdo orgânico (solo)} = 7,4 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,24 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Energia específica dos sedimentos} = 1 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,68 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia c. orgânico} = 465149197,9 (\text{m}^2) \times 300 \left( \frac{g}{\text{ano.m}^2} \right) \times \frac{2}{100} \times 5,4 \left( \frac{kcal}{g} \right) \times 4186 \left( \frac{J}{kcal} \right) = 6,31 \times 10^{13} J$$

$$\text{Energia solo (orgânico)} = 6,31 \times 10^{13} (J) \times 1,24 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 7,82 \times 10^{17} seJ$$

$$\text{Energia sedimentos} = 465149197,9 (\text{m}^2) \times 300 \left( \frac{g}{\text{ano.m}^2} \right) \times 1,68 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 2,34 \times 10^{20} seJ$$

$$\text{Energia perda de solo} = 7,82 \times 10^{17} (seJ) + 2,34 \times 10^{20} (seJ) = 2,35 \times 10^{20} seJ$$

$$\text{Energia específica da perda do solo} = \frac{2,35 \times 10^{20} (seJ)}{465149197,9 (\text{m}^2) \times 300 \left( \frac{g}{\text{m}^2} \right)} = \frac{2,35 \times 10^{20} (seJ)}{1,395 \times 10^{11} (g)} = 1,68 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

**(Item 18)**

$$\text{Importação de gás} = 252705 \times 10^3 \left( \frac{Nm^3}{\text{ano}} \right) + 24499 (\text{ton}) \times 1300 \left( \frac{Nm^3}{\text{ton}} \right) = 284553,7 \times 10^3 \frac{Nm^3}{\text{ano}}$$

$$\text{Densidade de energia do gás} = 38,44 \frac{MJ}{Nm^3}$$

$$\text{Transformidade do gás} = 4,8 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 8,05 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás} = 284553,7 \times 10^3 \left( \frac{Nm^3}{\text{ano}} \right) \times 38,44 \left( \frac{MJ}{Nm^3} \right) \times 10^6 \left( \frac{J}{MJ} \right) = 1,09 \times 10^{16} \frac{J}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás} = 1,09 \times 10^{16} \left( \frac{J}{\text{ano}} \right) \times 8,05 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 8,77 \times 10^{20} \frac{seJ}{\text{ano}}$$

$$\text{Importação de outros derivados do petróleo} = 284720 \frac{\text{ton}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia específica da gasolina} = 44 \frac{GJ}{\text{ton}}$$

$$\text{Transformidade da gasolina} = 6,6 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,11 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia de outros derivados do petróleo} = 284720 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 44 \left( \frac{GJ}{\text{ton}} \right) \times 10^9 \left( \frac{J}{GJ} \right) = 1,25 \times 10^{16} \frac{J}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo de energia de outros derivados do petróleo} = 1,25 \times 10^{16} \left( \frac{J}{\text{ano}} \right) \times 1,11 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 1,38 \times 10^{21} \frac{seJ}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (1,09 + 1,25) \times 10^{16} \left( \frac{J}{\text{ano}} \right) = 2,34 \times 10^{16} \frac{J}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (0,877 + 1,38) \times 10^{21} \left( \frac{seJ}{\text{ano}} \right) = 2,257 \times 10^{21} \frac{seJ}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade dos combustíveis importados} = \frac{2,257 \times 10^{21} \left( \frac{seJ}{\text{ano}} \right)}{2,34 \times 10^{16} \left( \frac{J}{\text{ano}} \right)} = 9,65 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

**(Item 19)**

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade (W}_E\text{)} = \text{Consumo de eletricidade} - \text{Produção total de eletricidade}$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade (W}_E\text{)} = 2363 \left( \frac{GWh}{\text{ano}} \right) - 2343,48 \left( \frac{GWh}{\text{ano}} \right) = 19,52 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade da eletricidade (Tr}_E\text{)} = 1,16 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = W_E \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = 19,52 \left( \frac{GWh}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right) = 7,03 \times 10^{13} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 20)**

$$\text{Consumo de cereais anual per capita} = \frac{(1229+4092-408) \times 10^6 (\text{kg})}{9874105 (\text{pessoas})} = 497,56 \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \quad ; \text{inclui alimentação para animais}$$

$$\text{Consumo anual de cereais na região do Ave} = 497,56 \left( \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \right) \times 507483 (\text{pessoas}) = 252,5 \times 10^3 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
\text{Razão do consumo na região do Ave pelo consumo em Portugal} &= \frac{252,5 \times 10^3 (\text{ton})}{4913 \times 10^3 (\text{ton})} = 5,14\% \\
\text{Produção anual de cereais na região do Ave} &= 1229 \times 10^3 (\text{ton}) \times 0,0103545 = 12,73 \times 10^3 \text{ ton} \quad ; \text{ valor estimado} \\
\text{Porcentagem de importação de produtos agrícolas} &= \frac{252,5 \times 10^3 (\text{ton}) - 12,73 \times 10^3 (\text{ton})}{252,5 \times 10^3 (\text{ton})} = 94,96\% \\
\text{Importação de produtos agrícolas} &= \text{Produção}_{\text{Portugal}} \times 5,14\% \times 94,96\% = 5549 \times 10^3 (\text{ton}) \times 5,14\% \times 94,96\% \\
\text{Importação de produtos agrícolas} &= 270,84 \times 10^3 \text{ ton} \\
\text{Energia específica dos produtos agrícolas} &= 3,93 \times 10^9 \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Energia da importação dos produtos agrícolas} &= 270,84 \times 10^3 (\text{ton}) \times 3,93 \times 10^9 \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) = 1,06 \times 10^{21} \text{ seJ}
\end{aligned}$$

*Nota: Escolhe-se como referência a produção nacional, porque a região do Ave (subsistema) está inserida em Portugal que é o sistema principal deste estudo.*

#### (Item 21)

$$\begin{aligned}
\text{Consumo de carne anual per capita} &= \frac{(776+311-109) \times 10^6 (\text{kg})}{9874105 (\text{pessoas})} = 99,05 \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \\
\text{Consumo anual de carne na região do Ave} &= 99,05 \left( \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \right) \times 507483 (\text{pessoas}) = 50,26 \times 10^3 \text{ ton} \\
\text{Razão do consumo na região do Ave pelo consumo em Portugal} &= \frac{50,26 \times 10^3 (\text{ton})}{978 \times 10^3 (\text{ton})} = 5,14\% \\
\text{Produção anual de carne na região do Ave} &= 776 \times 10^3 (\text{ton}) \times 0,01568 = 12,17 \times 10^3 \text{ ton} \quad ; \text{ valor estimado} \\
\text{Porcentagem de importação de pecuária} &= \frac{50,26 \times 10^3 (\text{ton}) - 12,17 \times 10^3 (\text{ton})}{50,26 \times 10^3 (\text{ton})} = 75,79\% \\
\text{Importação de produtos pecuária} &= \text{Produção}_{\text{Portugal}} \times 5,14\% \times 75,79\% = 2253 \times 10^3 (\text{ton}) \times 5,14\% \times 75,79\% \\
\text{Importação de produtos pecuária} &= 87,77 \times 10^3 \text{ ton} \\
\text{Energia específica dos produtos pecuária} &= 2,36 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Energia da importação dos produtos pecuária} &= 87,77 \times 10^3 (\text{ton}) \times 2,36 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) = 2,07 \times 10^{21} \text{ seJ}
\end{aligned}$$

*Nota: Escolhe-se como referência a produção nacional, porque a região do Ave (subsistema) está inserida em Portugal que é o sistema principal deste estudo.*

#### (Item 22)

$$\begin{aligned}
\text{Consumo de peixe anual per capita} &= \frac{(173+478-274) \times 10^6 (\text{kg})}{9874105 (\text{pessoas})} = 38,18 \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \\
\text{Importação peixe na região do Ave} &= 38,18 \left( \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}} \right) \times 507483 = 19,38 \times 10^3 \text{ ton} \\
\text{Transformidade peixe} &= 2,5 \times 10^{10} \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \\
\text{Fluxo de energia da importação peixe} &= 19,38 \times 10^3 \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \times 10^6 \left( \frac{\text{g}}{\text{ton}} \right) \times 2,5 \times 10^{10} \left( \frac{\text{seJ}}{\text{g}} \right) = 4,845 \times 10^{20} \frac{\text{seJ}}{\text{ano}}
\end{aligned}$$

#### (Item 23)

$$\begin{aligned}
\text{Serviços importados} &= \frac{0,18}{1-0,18} \times 3104577 \times 10^3 = 681493 \times 10^3 \$ \quad ; \text{ estima-se a mesma proporção usada nas exportações} \\
\text{EMR mundial} &= 1,65 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}
\end{aligned}$$

#### (Item 24)

$$\begin{aligned}
\text{Bens importados} &= 2337784 \times 10^3 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\$}{\text{€}} \right) = 3104577 \times 10^3 \$ \\
\text{EMR mundial} &= 1,65 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}
\end{aligned}$$

#### (Item 25)

$$\begin{aligned}
\text{Serviços exportados} &= \frac{0,18}{1-0,18} \times 5498917 \times 10^3 (\$) = 1207079 \times 10^3 \$ \quad ; 18\% \text{ das exportações (item 26) (Gonçalves, 2014)} \\
\text{EMR da região do Ave} &= \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}
\end{aligned}$$

#### (Item 26)

$$\begin{aligned}
\text{Bens exportados} &= 4140751 \times 10^3 (\text{€}) \times 1,328 \left( \frac{\$}{\text{€}} \right) = 5498917 \times 10^3 \$ \\
\text{EMR da região do Ave} &= \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}
\end{aligned}$$

## Apêndice E – Itens emergéticos do Vale do Ave

$$Emergia_{\text{recursos renováveis}} (R) = Emergia_{\text{chuva química (terrestre)}} + Emergia_{\text{chuva geopotencial}} + Emergia_{\text{ondas}}$$

$$Emergia_{\text{recursos renováveis}} (R) = (197,6 + 76,9 + 0) \times 10^{18} \text{ (seJ)} = 274,5 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{recursos rurais dispersos}} (N_0) = Emergia_{\text{perda de solo}} + Emergia_{\text{produção piscícola}} + Emergia_{\text{biomassa}} + \\ + Emergia_{\text{extração florestal}}$$

$$Emergia_{\text{recursos rurais dispersos}} (N_0) = (235 + 0 + 0,97 + 255) \times 10^{18} \text{ seJ} = 490,97 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{recursos de uso concentrado}} (N_1) = Emergia_{\text{extração minerais e uso fertilizantes}} + Emergia_{\text{extração metais}} - \\ - Emergia_{\text{exportações metais}} - Emergia_{\text{exportações minerais}}$$

$$Emergia_{\text{recursos de uso concentrado}} (N_1) = 149 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{exportada sem transformação}} (N_2) = Emergia_{\text{exp. minerais}} + Emergia_{\text{exp. fertilizantes}} + Emergia_{\text{exp. metais}}$$

$$Emergia_{\text{exportada sem transformação}} (N_2) = 0 \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{não renovável utilizada}} (N) = N_0 + N_1 + N_2$$

$$Emergia_{\text{não renovável utilizada}} (N) = (490,97 + 149 + 0) \times 10^{18} \text{ (seJ)} = 639,97 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{não renovável consumida localmente}} = N_0 + N_1 = (490,97 + 149) \times 10^{17} \text{ (seJ)} = 639,97 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade}} (F) = Emergia_{\text{imp. combustíveis}} +$$

$$Emergia_{\text{imp. minerais}} + Emergia_{\text{imp. fertilizantes}} + Emergia_{\text{imp. metais}} + Emergia_{\text{imp. eletricidade}}$$

$$Emergia_{\text{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade}} (F) =$$

$$= (2257 + 0 + 0 + 0 + 8,2) \times 10^{18} \text{ (seJ)} = 2265,2 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

Nota: As importações de minerais, fertilizantes e metais estão incluídas no parâmetro seguinte.

$$Emergia_{\text{imp. bens}} (G) = (1060 + 2070 + 485 + 5123 - 2257) \times 10^{18} \text{ (seJ)} =$$

$$= 6481 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

Nota: Às importações de bens são subtraídos os valores da importação de combustíveis, para evitar a duplicação de valores.

$$Emergia_{\text{usada}} (U) = R + N_0 + N_1 + F + G + P_2 I$$

$$Emergia_{\text{usada}} (U) = (274,5 + 490,97 + 149 + 2265,2 + 6481 + 1124) \times 10^{18} \text{ (seJ)} =$$

$$= 10784,67 \times 10^{18} \text{ seJ}$$

$$\text{Razão de emergia por unidade monetária do Vale do Ave } (P_1) = \frac{U}{PIB}$$

$$\text{Razão de emergia por unidade monetária do Vale do Ave } (P_1) = \frac{10784,67 \times 10^{18} \text{ (seJ)}}{8,6 \times 10^9 \text{ (\$)}} = 1,25 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}$$

$$Emergia_{\text{exp. bens}} (B) = 6874 \times 10^{18} \text{ seJ}$$



## Apêndice F – Cálculo dos fluxos emergéticos de Vila Nova de Famalicão

### (Item 1)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 201,59 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{Insolação média } (\dot{q}) = 140 \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2}$$

$$\text{Albedo } (\alpha) = 0,3$$

$$\text{Transformidade} = 1 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = (A_t + A_p) \times \dot{q} \times (1 - \alpha)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 201,59 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 140 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{ano.cm}^2} \right) \times (1 - 0,3) \times 10^4 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2} \right) \times 4186 \left( \frac{\text{J}}{\text{kcal}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 8,27 \times 10^{17} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 2)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 201,59 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 1,7546 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Evapotranspiração } (Evap) = 1,053 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia livre de Gibbs } (G) = 4940 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 3,05 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Evap \times G \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 201,59 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 1,053 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times 4940 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 1,05 \times 10^{15} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 3)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 201,59 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Pluviosidade terrestre } (Pl_t) = 1,7546 \frac{\text{m}}{\text{ano}}$$

$$\text{Altitude média } (h) = 97 \text{ m}$$

$$\text{Altitude mínima } (h_m) = 25 \text{ m}$$

$$\text{Taxa de escoamento } (esc) = 0,4$$

$$\text{Aceleração da gravidade } (g) = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Densidade da água } (\rho) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 4,66 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times Pl_t \times (h - h_m) \times esc \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 201,59 \times 10^6 (\text{m}^2) \times 1,7546 \left( \frac{\text{m}}{\text{ano}} \right) \times (97 - 25) (\text{m}) \times 0,4 \times 9,8 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 9,98 \times 10^{13} \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

### (Item 4)

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 201,59 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade média do vento } (v_m) = 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidade geostrófica do vento } (v_g) = 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Coeficiente de retardo } (r) = 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{Densidade do ar } (\rho) = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Transformidade} = 2,45 \times 10^3 \frac{\text{seJ}}{\text{J}}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times v_g^3 \times \rho \times r \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 201,59 \times 10^6 (\text{m}^2) \times \left[ 7,0 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \right]^3 \times 1,2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 2 \times 10^{-3} \times 3,1536 \times 10^7 \left( \frac{\text{s}}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 2,62 \times 10^{15} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 5)**

$$\text{Comprimento da costa } (l_c) = 0 \text{ m}$$

$$\text{Potência gerada } (P_g) = 0 \text{ W}$$

$$\text{Transformidade} = 5,11 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = P_g \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \left( \frac{J}{s} \right) \times 0 \left( \frac{s}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 6)**

$$\text{Área da plataforma continental } (A_p) = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{Amplitude média da maré } (\Delta h_{\text{maré}}) = 0 \text{ m}$$

$$\text{Número de marés por ano } (n) = 0 \frac{1}{\frac{\text{ano}}{m}}$$

$$\text{Aceleração da gravidade } (g) = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Densidade da água salgada } (\rho) = 1025 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Transformidade} = 7,39 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_p \times 0,5 \times n \times (\Delta h_{\text{maré}})^2 \times g \times \rho$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \text{ (m}^2) \times 0 \times 706 \left( \frac{1}{\text{ano}} \right) \times [0 \text{ (m)}]^2 \times 9,8 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 1025 \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 0 \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 7)**

$$\text{Área terrestre } (A_t) = 201,59 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Fluxo médio de calor } (\dot{q}) = 64 \times 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$\text{Transformidade} = 1,20 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia} = A_t \times \dot{q} \times 3,1536 \times 10^7$$

$$\text{Fluxo de energia} = 201,59 \times 10^6 \text{ (m}^2) \times 64 \times 10^{-3} \left( \frac{J}{s \cdot m^2} \right) \times 3,1536 \times 10^7 \left( \frac{s}{\text{ano}} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 4,07 \times 10^{14} \frac{J}{\text{ano}}$$

**(Item 8)**

$$\text{Fluxo de energia hídrica } (W_H) = 7,5 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia hídrica } (Tr_H) = 1,12 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia geotérmica } (W_G) = 0 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia geotérmica } (Tr_G) = 2,47 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia eólica } (W_E) = 0 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia eólica } (Tr_E) = 1,11 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia solar } (W_S) = 0,56 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia solar } (Tr_S) = 6,99 \times 10^5 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia biomassa } (W_B) = 0 \frac{GWh}{\text{ano}}$$

$$\text{Transformidade energia biomassa } (Tr_B) = 7,39 \times 10^4 \frac{\text{seJ}}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (W_H + W_G + W_E + W_S + W_B) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de energia total} = (7,5 + 0 + 0 + 0,56 + 0) \left( \frac{GWh}{\text{ano}} \right) \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia total} = 2,90 \times 10^{13} \frac{J}{\text{ano}}$$

$$\text{Fluxo emergia} = (W_H \times Tr_H + W_G \times Tr_G + W_E \times Tr_E + W_S \times Tr_S + W_B \times Tr_B) \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo energia} = (7,5 \times 1,12 + 0 + 0 + 0,56 \times 6,99 + 0) \left[ \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) \right] \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right)$$

$$\text{Fluxo de energia} = 4,43 \times 10^{18} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Transformidade eletridade} = \frac{\text{Fluxo de energia}}{\text{Fluxo de energia}}$$

$$\text{Transformidade eletridade} = \frac{4,43 \times 10^{18} \left( \frac{seJ}{ano} \right)}{2,90 \times 10^{13} \left( \frac{J}{ano} \right)}$$

$$\text{Transformidade eletridade} = 1,53 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

**(Item 9)**

$$\text{Ponderação da produção agrícola de Vila Nova de Famalicão} = 0,177 \times 0,0095 = 1,68 \times 10^{-3}$$

$$\text{Produção total agrícola Portugal} = (1229 + 3 + 464 + 2542 + 1311) \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) = 5549 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção total agrícola de Vila Nova de Famalicão} = 5549 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 1,68 \times 10^{-3} = 9,32 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da produção agrícola} = 3,93 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia da produção agrícola} = 9,32 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 3,93 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 3,66 \times 10^{19} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 10)**

$$\text{Ponderação da produção pecuária de Vila Nova de Famalicão} = 0,268 \times 0,0095 = 2,55 \times 10^{-3}$$

$$\text{Produção total pecuária Portugal} = 2253 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção total pecuária de Vila Nova de Famalicão} = 2253 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 2,55 \times 10^{-3} = 5,75 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da produção pecuária} = 2,36 \times 10^{10} \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia da produção pecuária} = 5,75 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) \times 2,36 \times 10^{10} \left( \frac{seJ}{g} \right) = 1,36 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 12)**

$$\text{Ponderação da produção florestal de Vila Nova de Famalicão} = 0,173 \times 0,0095 = 1,64 \times 10^{-3}$$

$$\text{Produção lenha de Portugal} = 390 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção lenha de Vila Nova de Famalicão} = 390 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 1,64 \times 10^{-3} = 0,64 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da lenha} = 2,44 \times 10^{11} \frac{seJ}{kg}$$

$$\text{Fluxo de energia da lenha} = 0,64 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^3 \left( \frac{kg}{ton} \right) \times 2,44 \times 10^{11} \left( \frac{seJ}{kg} \right) = 1,56 \times 10^{17} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 13)**

$$\text{Ponderação da produção florestal de Vila Nova de Famalicão} = 0,173 \times 0,0095 = 1,64 \times 10^{-3}$$

$$\text{Produção madeira em Portugal} = 7188 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Produção madeira em Vila Nova de Famalicão} = 7188 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 1,64 \times 10^{-3} = 11,79 \times 10^3 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da madeira} = 3,5 \times 10^{12} \frac{seJ}{kg}$$

$$\text{Fluxo de energia da madeira} = 11,79 \times 10^3 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 10^3 \left( \frac{kg}{ton} \right) \times 3,5 \times 10^{12} \left( \frac{seJ}{kg} \right) = 4,13 \times 10^{19} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 14)**

$$\text{Consumo de eletridade} = 767,9 \times 10^6 \frac{kWh}{ano} = 767,9 \times 10^6 \left( \frac{kWh}{ano} \right) \times 3,6 \times 10^6 \left( \frac{J}{kWh} \right) = 2,76 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Transformidade eletridade} = 1,16 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia do consumo de eletridade} = 2,76 \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right) \times 1,16 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 3,20 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

**(Item 17)**

$$\text{Ponderação da produção agrícola de Vila Nova de Famalicão} = 0,177 \times 0,0095 = 1,68 \times 10^{-3}$$

$$\text{Área cultivo Portugal} = 4,492242 \times 10^{10} m^2$$

$$\text{Área cultivo de Vila Nova de Famalicão} = 4,492242 \times 10^{10} (m^2) \times 1,68 \times 10^{-3} = 75469665,6 m^2$$

$$\text{Perda de solo} = 300 \frac{g}{ano.m^2}$$

$$\text{Conteúdo orgânico solo} = 2\%$$

$$\text{Transformidade conteúdo orgânico (solo)} = 7,4 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,24 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Energia específica dos sedimentos} = 1 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,68 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Fluxo de energia c. orgânico} = 75469665,6 (m^2) \times 300 \left( \frac{g}{ano.m^2} \right) \times \frac{2}{100} \times 5,4 \left( \frac{kcal}{g} \right) \times 4186 \left( \frac{J}{kcal} \right) = 1,02 \times 10^{13} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Energia solo (orgânico)} = 1,02 \times 10^{13} (J) \times 1,24 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 1,26 \times 10^{17} seJ$$

$$\text{Energia sedimentos} = 75469665,6 (m^2) \times 300 \left( \frac{g}{ano.m^2} \right) \times 1,68 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) = 3,8 \times 10^{19} seJ$$

$$\text{Energia perda de solo} = 1,26 \times 10^{17} (seJ) + 3,8 \times 10^{19} (seJ) = 3,81 \times 10^{19} seJ$$

$$\text{Energia específica da perda do solo} = \frac{3,81 \times 10^{19} (seJ)}{75469665,6 (m^2) \times 300 \left( \frac{g}{m^2} \right)} = \frac{3,81 \times 10^{19} (seJ)}{2,264 \times 10^{10} (g)} = 1,68 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

**(Item 18)**

$$\text{Importação de gás} = 81748 \times 10^3 \left( \frac{Nm^3}{ano} \right) + 8578 (ton) \times 1300 \left( \frac{Nm^3}{ton} \right) = 92899,4 \times 10^3 \frac{Nm^3}{ano}$$

$$\text{Densidade de energia do gás} = 38,44 \frac{MJ}{Nm^3}$$

$$\text{Transformidade do gás} = 4,8 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 8,05 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás} = 92899,4 \times 10^3 \left( \frac{Nm^3}{ano} \right) \times 38,44 \left( \frac{MJ}{Nm^3} \right) \times 10^6 \left( \frac{J}{MJ} \right) = 3,57 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Fluxo de energia do gás} = 3,57 \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right) \times 8,05 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 2,87 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Importação de outros derivados do petróleo} = 50390 \frac{ton}{ano}$$

$$\text{Energia específica da gasolina} = 44 \frac{GJ}{ton}$$

$$\text{Transformidade da gasolina} = 6,6 \times 10^4 \left( \frac{seJ}{J} \right) \times \frac{15,83}{9,44} = 1,11 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de energia de outros derivados do petróleo} = 50390 \left( \frac{ton}{ano} \right) \times 44 \left( \frac{GJ}{ton} \right) \times 10^9 \left( \frac{J}{GJ} \right) = 2,22 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Fluxo de energia de outros derivados do petróleo} = 2,22 \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right) \times 1,11 \times 10^5 \left( \frac{seJ}{J} \right) = 2,46 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (3,57 + 2,22) \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right) = 5,79 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

$$\text{Energia da importação de combustíveis} = (2,87 + 2,46) \times 10^{20} \left( \frac{seJ}{ano} \right) = 5,33 \times 10^{20} \frac{seJ}{ano}$$

$$\text{Transformidade dos combustíveis importados} = \frac{5,33 \times 10^{20} \left( \frac{seJ}{ano} \right)}{5,79 \times 10^{15} \left( \frac{J}{ano} \right)} = 9,21 \times 10^4 \frac{seJ}{J}$$

**(Item 19)**

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} (W_E) = \text{Consumo de eletricidade} - \text{Produção total de eletricidade}$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} (W_E) = 767,9 \left( \frac{GWh}{ano} \right) - 260,56 \left( \frac{GWh}{ano} \right) = 507,34 \frac{GWh}{ano}$$

$$\text{Transformidade da eletricidade} (Tr_E) = 1,16 \times 10^5 \frac{seJ}{J}$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = W_E \times 10^9 \times 3,6 \times 10^3$$

$$\text{Fluxo de importações de eletricidade} = 507,34 \left( \frac{GWh}{ano} \right) \times 10^9 \left( \frac{Wh}{GWh} \right) \times 3,6 \times 10^3 \left( \frac{J}{Wh} \right) = 1,83 \times 10^{15} \frac{J}{ano}$$

**(Item 20)**

$$\text{Consumo de cereais anual per capita} = \frac{(1229+4092-408) \times 10^6 (kg)}{9874105 (pessoas)} = 497,56 \frac{kg}{pessoa} ; \text{ inclui alimentação para animais}$$

$$\text{Consumo anual de cereais em Vila Nova de Famalicão} = 497,56 \left( \frac{kg}{pessoa} \right) \times 132941 (pessoas) = 66,15 \times 10^3 ton$$

$$\text{Razão do consumo em V. N. de Famalicão pelo consumo em Portugal} = \frac{66,15 \times 10^3 (ton)}{4913 \times 10^3 (ton)} = 1,35\%$$

$$\text{Produção anual de cereais em Vila Nova de Famalicão} = 1229 \times 10^3 (ton) \times 1,68 \times 10^{-3} = 2,06 \times 10^3 ton ; \text{ valor estimado}$$

$$\text{Porcentagem de importação de produtos agrícolas} = \frac{66,15 \times 10^3 (ton) - 2,06 \times 10^3 (ton)}{66,15 \times 10^3 (ton)} = 96,89\%$$

$$\text{Importação de produtos agrícolas} = \text{Produção}_{Portugal} \times 1,35\% \times 96,89\% = 5549 \times 10^3 (ton) \times 1,35\% \times 96,89\%$$

$$\text{Importação de produtos agrícolas} = 72,58 \times 10^3 ton$$

$$\text{Energia específica dos produtos agrícolas} = 3,93 \times 10^9 \frac{seJ}{g}$$

$$\text{Energia da importação dos produtos agrícolas} = 72,58 \times 10^3 (ton) \times 3,93 \times 10^9 \left( \frac{seJ}{g} \right) \times 10^6 \left( \frac{g}{ton} \right) = 2,85 \times 10^{20} seJ$$

*Nota: Escolhe-se como referência a produção nacional, porque Vila Nova de Famalicão (subsistema) está inserido em Portugal que é o sistema principal deste estudo.*

**(Item 21)**

$$\text{Consumo de carne anual per capita} = \frac{(776+311-109) \times 10^6 (kg)}{9874105 (pessoas)} = 99,05 \frac{kg}{pessoa}$$

$$\text{Consumo anual de carne em Vila Nova de Famalicão} = 99,05 \left( \frac{kg}{pessoa} \right) \times 132941 (pessoas) = 13,17 \times 10^3 ton$$

$$\text{Razão do consumo em V. N. de Famalicão pelo consumo em Portugal} = \frac{13,17 \times 10^3 (ton)}{978 \times 10^3 (ton)} = 1,35\%$$

$$\text{Produção anual de carne em Vila Nova de Famalicão} = 776 \times 10^3 (ton) \times 2,55 \times 10^{-3} = 1,99 \times 10^3 ton ; \text{ valor estimado}$$

$$\text{Porcentagem de importação de pecuária} = \frac{13,17 \times 10^3 (ton) - 1,99 \times 10^3 (ton)}{13,17 \times 10^3 (ton)} = 84,89\%$$

$$\text{Importação de produtos pecuária} = \text{Produção}_{Portugal} \times 1,35\% \times 84,89\% = 2253 \times 10^3 (ton) \times 1,35\% \times 84,89\%$$

Importação de produtos pecuária =  $25,82 \times 10^3 \text{ ton}$

Energia específica dos produtos pecuária =  $2,36 \times 10^{10} \frac{\text{sej}}{\text{g}}$

Energia da importação dos produtos pecuária =  $25,82 \times 10^3 (\text{ton}) \times 2,36 \times 10^{10} \left(\frac{\text{sej}}{\text{g}}\right) \times 10^6 \left(\frac{\text{g}}{\text{ton}}\right) = 6,09 \times 10^{20} \text{ sej}$

*Nota: Escolhe-se como referência a produção nacional, porque Vila Nova de Famalicão (subsistema) está inserido em Portugal que é o sistema principal deste estudo.*

**(Item 22)**

Consumo de peixe anual per capita =  $\frac{(173+478-274) \times 10^6 (\text{kg})}{9874105 (\text{pessoas})} = 38,18 \frac{\text{kg}}{\text{pessoa}}$

Importação peixe em V. N. de Famalicão =  $38,18 \left(\frac{\text{kg}}{\text{pessoa}}\right) \times 132941 (\text{pessoas}) = 4,15 \times 10^3 \text{ ton}$

Transformidade peixe =  $2,5 \times 10^{10} \frac{\text{sej}}{\text{g}}$

Fluxo de energia da importação peixe =  $4,15 \times 10^3 \left(\frac{\text{ton}}{\text{ano}}\right) \times 10^6 \left(\frac{\text{g}}{\text{ton}}\right) \times 2,5 \times 10^{10} \left(\frac{\text{sej}}{\text{g}}\right) = 1,038 \times 10^{20} \frac{\text{sej}}{\text{ano}}$

**(Item 23)**

Serviços importados =  $\frac{0,18}{1-0,18} \times 1133856 \times 10^3 = 248895 \times 10^3 \$$

EMR mundial =  $1,65 \times 10^{12} \frac{\text{sej}}{\$}$

**(Item 24)**

Bens importados =  $853807 \times 10^3 (\text{€}) \times 1,328 \left(\frac{\$}{\text{€}}\right) = 1133856 \times 10^3 \$$

EMR mundial =  $1,65 \times 10^{12} \frac{\text{sej}}{\$}$

**(Item 25)**

Serviços exportados =  $\frac{0,18}{1-0,18} \times 2185017 \times 10^3 (\text{\$}) = 479638 \times 10^3 \$$

EMR de Vila Nova de Famalicão =  $1,60 \times 10^{12} \frac{\text{sej}}{\$}$

**(Item 26)**

Bens exportados =  $1645344 \times 10^3 (\text{€}) \times 1,328 \left(\frac{\$}{\text{€}}\right) = 2185017 \times 10^3 \$$

EMR de Vila Nova de Famalicão =  $1,60 \times 10^{12} \frac{\text{sej}}{\$}$

## Apêndice G – Itens emergéticos de Vila Nova de Famalicão

$$Emergia_{\text{recursos renováveis}} (R) = Emergia_{\text{chuva química (terrestre)}} + Emergia_{\text{chuva geopotencial}} + Emergia_{\text{ondas}}$$

$$Emergia_{\text{recursos renováveis}} (R) = (320,3 + 46,5 + 0) \times 10^{17} \text{ (seJ)} = 366,8 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{recursos rurais dispersos}} (N_0) = Emergia_{\text{perda de solo}} + Emergia_{\text{produção piscícola}} + Emergia_{\text{biomassa}} + Emergia_{\text{extração florestal}}$$

$$Emergia_{\text{recursos rurais dispersos}} (N_0) = (381 + 0 + 1,56 + 413) \times 10^{17} \text{ seJ} = 795,56 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{recursos de uso concentrado}} (N_1) = Emergia_{\text{extração minerais e uso fertilizantes}} + Emergia_{\text{extração metais}} - Emergia_{\text{exportações metais}} - Emergia_{\text{exportações minerais}}$$

$$Emergia_{\text{recursos de uso concentrado}} (N_1) = 0 \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{exportada sem transformação}} (N_2) = Emergia_{\text{exp. minerais}} + Emergia_{\text{exp. fertilizantes}} + Emergia_{\text{exp. metais}}$$

$$Emergia_{\text{exportada sem transformação}} (N_2) = 0 \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{não renovável utilizada}} (N) = N_0 + N_1 + N_2$$

$$Emergia_{\text{não renovável utilizada}} (N) = (795,56 + 0 + 0) \times 10^{17} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{não renovável consumida localmente}} = N_0 + N_1 = (795,56 + 0) \times 10^{17} \text{ (seJ)} = 795,56 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

$$Emergia_{\text{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade}} (F) = Emergia_{\text{imp. combustíveis}} +$$

$$Emergia_{\text{imp. minerais}} + Emergia_{\text{imp. fertilizantes}} + Emergia_{\text{imp. metais}} + Emergia_{\text{imp. eletricidade}}$$

$$Emergia_{\text{imp. combustíveis, recursos sem transformação e eletricidade}} (F) =$$

$$= (5330 + 0 + 0 + 0 + 2123) \times 10^{17} \text{ (seJ)} = 7453 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

Nota: As importações de minerais, fertilizantes e metais estão incluídas no parâmetro seguinte.

$$Emergia_{\text{imp. bens}} (G) = (2850 + 6090 + 1038 + 18709 - 5330) \times 10^{17} \text{ (seJ)} =$$

$$= 23357 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

Nota: Às importações de bens são subtraídos os valores da importação de combustíveis, para evitar a duplicação de valores.

$$Emergia_{\text{usada}} (U) = R + N_0 + N_1 + F + G + P_2 I$$

$$Emergia_{\text{usada}} (U) = (366,8 + 795,56 + 0 + 7453 + 23357 + 4107) \times 10^{17} \text{ (seJ)} =$$

$$= 36079,36 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

$$\text{Razão de emergia por unidade monetária de Vila Nova de Famalicão} (P_1) = \frac{U}{PIB}$$

$$\text{Razão de emergia por unidade monetária de Vila Nova de Famalicão} (P_1) = \frac{36079,36 \times 10^{17} \text{ (seJ)}}{2,25 \times 10^9 \text{ (\$)}} = 1,60 \times 10^{12} \frac{\text{seJ}}{\$}$$

$$Emergia_{\text{exp. bens}} (B) = 34960 \times 10^{17} \text{ seJ}$$

## Anexo A – Produção da indústria extrativa 2012/2013

| SUBSECTOR / SUBSTÂNCIA                      | 2012              |                | 2013              |                | Variação 13/12 (%) |              | Estrutura 13 (%) |
|---|-------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------|
|   | (tonelada)        | (10³ euros)    | (tonelada)        | (10³ euros)    | Volume             | Valor        | Valor            |
| <b>MINÉRIOS METÁLICOS</b>                   | <b>375.420</b>    | <b>462.681</b> | <b>438.630</b>    | <b>435.987</b> | <b>16,8</b>        | <b>-5,8</b>  | <b>54,8</b>      |
| <b>Min. Metálicos N/Ferrosos</b>            | <b>375.420</b>    | <b>462.681</b> | <b>438.630</b>    | <b>435.987</b> | <b>16,8</b>        | <b>-5,8</b>  | <b>54,8</b>      |
| Min. Metais Comuns                          | 375.420           | 462.681        | 438.630           | 435.987        | 16,8               | -5,8         | 54,8             |
| Concentrados de mistos de estanho e titânio | 18                | 23             | 15                | 8              | -16,7              | -64,1        | 0,0              |
| Min. Chumbo                                 | 243               | 78             | 4.011             | 1.404          | 0,0                | 0,0          | 0,2              |
| Min. de tungstênio                          | 1.303             | 25.513         | 1.174             | 19.574         | -9,9               | -23,3        | 2,5              |
| Min. de Zinco                               | 63.482            | 25.972         | 107.040           | 42.821         | 68,6               | 64,9         | 5,4              |
| Min.de cobre                                | 310.316           | 410.401        | 326.276           | 370.934        | 5,1                | -9,6         | 46,7             |
| Min.de estanho                              | 58                | 695            | 114               | 1.246          | 96,6               | 79,3         | 0,2              |
| <b>MINERAIS INDUSTRIAIS</b>                 | <b>5.510.226</b>  | <b>45.361</b>  | <b>4.941.387</b>  | <b>45.891</b>  | <b>-10,3</b>       | <b>1,2</b>   | <b>5,8</b>       |
| <b>Minerais Industriais</b>                 | <b>5.510.226</b>  | <b>45.361</b>  | <b>4.941.387</b>  | <b>45.891</b>  | <b>-10,3</b>       | <b>1,2</b>   | <b>5,8</b>       |
| Argila e Caulino                            | 1.750.416         | 14.254         | 1.306.624         | 14.279         | -25,4              | 0,2          | 1,8              |
| Argila comum                                | 1.271.430         | 4.739          | 833.609           | 3.834          | -34,4              | -19,1        | 0,5              |
| Argila especial                             | 157.298           | 2.128          | 225.008           | 2.618          | 43,0               | 23,0         | 0,3              |
| Caulino                                     | 321.689           | 7.386          | 248.008           | 7.828          | -22,9              | 6,0          | 1,0              |
| <b>Outros minerais industriais</b>          | <b>3.239.526</b>  | <b>26.456</b>  | <b>3.161.668</b>  | <b>26.972</b>  | <b>-2,4</b>        | <b>2,0</b>   | <b>3,4</b>       |
| Areia especial                              | 1.432.774         | 17.283         | 1.158.757         | 16.839         | -19,1              | -2,6         | 2,1              |
| Areias feldspáticas                         | 58.014            | 696            | 66.108            | 793            | 14,0               | 14,0         | 0,1              |
| Calcário p/ ind. transformadora             | 1.552.811         | 4.605          | 1.822.776         | 6.943          | 17,4               | 50,8         | 0,9              |
| Feldspato                                   | 109.273           | 1.814          | 70.057            | 1.163          | -35,9              | -35,9        | 0,1              |
| Pegmatito                                   | 6.500             | 58             | 3.500             | 38             | -46,2              | -34,6        | 0,0              |
| Pegmatito c/ lítio                          | 20.698            | 335            | 19.940            | 310            | -3,7               | -7,5         | 0,0              |
| Quartzo                                     | 37.736            | 704            | 3.734             | 82             | -90,1              | -88,4        | 0,0              |
| Saibro p/ ind. transformadora               | 6.590             | 146            | 5.447             | 124            | -17,3              | -15,2        | 0,0              |
| Talco                                       | 15.131            | 815            | 11.348            | 681            | -25,0              | -16,4        | 0,1              |
| Sal-gema                                    | 520.284           | 4.651          | 473.095           | 4.639          | -9,1               | -0,3         | 0,6              |
| Sal-gema                                    | 520.284           | 4.651          | 473.095           | 4.639          | -9,1               | -0,3         | 0,6              |
| <b>MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO</b>             | <b>50.001.155</b> | <b>323.686</b> | <b>41.651.237</b> | <b>313.049</b> | <b>-16,7</b>       | <b>-3,3</b>  | <b>39,4</b>      |
| <b>Agregados</b>                            | <b>39.059.539</b> | <b>164.875</b> | <b>29.354.073</b> | <b>133.353</b> | <b>-24,8</b>       | <b>-19,1</b> | <b>16,8</b>      |
| Areias e Saibros                            | 6.093.188         | 22.396         | 5.958.921         | 21.212         | -2,2               | -5,3         | 2,7              |
| Areia comum                                 | 5.441.374         | 19.734         | 5.316.588         | 19.307         | -2,3               | -2,2         | 2,4              |
| Saibro                                      | 429.528           | 1.613          | 166.106           | 652            | -61,3              | -59,6        | 0,1              |
| Seixo                                       | 222.287           | 1.049          | 476.228           | 1.253          | 114,2              | 19,5         | 0,2              |
| <b>Pedra britada calcária</b>               | <b>15.181.266</b> | <b>52.955</b>  | <b>9.810.655</b>  | <b>32.944</b>  | <b>-35,4</b>       | <b>-37,8</b> | <b>4,1</b>       |
| Calcário                                    | 15.067.042        | 52.096         | 9.621.997         | 32.739         | -36,1              | -37,2        | 4,1              |
| Mármore britado                             | 114.224           | 859            | 188.658           | 205            | 65,2               | -76,1        | 0,0              |
| <b>Pedra britada siliciosa</b>              | <b>17.785.085</b> | <b>89.524</b>  | <b>13.584.496</b> | <b>79.196</b>  | <b>-23,6</b>       | <b>-11,5</b> | <b>10,0</b>      |
| Basalto                                     | 325.388           | 3.143          | 242.821           | 2.461          | -25,4              | -21,7        | 0,3              |
| Diorito                                     | 1.282.183         | 881            | 190.345           | 584            | -85,2              | -33,6        | 0,1              |
| Dolerito                                    | 356.777           | 1.089          | 253.624           | 1.165          | -28,9              | 7,1          | 0,1              |
| Gabro                                       | 467.339           | 2.352          | 293.577           | 1.548          | -37,2              | -34,2        | 0,2              |
| Gneisse                                     | 548.248           | 2.780          | 390.667           | 1.946          | -28,7              | -30,0        | 0,2              |
| Granito                                     | 14.311.874        | 75.515         | 11.806.653        | 67.843         | -17,5              | -10,2        | 8,5              |
| Grauvauque                                  | 103.770           | 383            | 74.143            | 261            | -28,6              | -31,8        | 0,0              |
| Outra pedra britada n.e.                    | 133.695           | 681            | 115.990           | 680            | -13,2              | -0,1         | 0,1              |
| Quartzito                                   | 42.000            | 213            | 30.100            | 395            | -28,3              | 85,4         | 0,0              |
| Serpentiníto                                | 115.700           | 724            | 76.895            | 446            | -33,7              | -38,5        | 0,1              |
| Sienito                                     | 11.718            | 70             | 48.515            | 82             | 314,0              | 17,2         | 0,0              |
| Xisto                                       | 86.393            | 1.693          | 61.365            | 1.784          | -29,0              | 5,4          | 0,2              |
| <b>Min. Para Cimento e Cal</b>              | <b>8.193.847</b>  | <b>17.089</b>  | <b>9.401.222</b>  | <b>18.475</b>  | <b>14,7</b>        | <b>8,1</b>   | <b>2,3</b>       |
| Min. Para cal                               | 526.995           | 2.419          | 622.367           | 2.505          | 18,1               | 3,6          | 0,3              |
| Calcário e marga para cal                   | 526.995           | 2.419          | 622.367           | 2.505          | 18,1               | 3,6          | 0,3              |
| <b>Min. Para Cimento</b>                    | <b>7.666.852</b>  | <b>14.670</b>  | <b>8.778.854</b>  | <b>15.970</b>  | <b>14,5</b>        | <b>8,9</b>   | <b>2,0</b>       |
| Calcário e marga para cimento               | 7.308.476         | 11.727         | 8.410.268         | 13.276         | 15,1               | 13,2         | 1,7              |
| Gesso pardo                                 | 321.988           | 2.861          | 299.038           | 2.542          | -7,1               | -11,2        | 0,3              |
| Xisto industrial                            | 36.388            | 82             | 69.548            | 152            | 91,1               | 86,0         | 0,0              |
| <b>Rochas Ornamentais</b>                   | <b>2.747.769</b>  | <b>141.722</b> | <b>2.895.942</b>  | <b>161.222</b> | <b>5,4</b>         | <b>13,8</b>  | <b>20,3</b>      |
| Ardósia                                     | 30.278            | 7.740          | 29.349            | 7.850          | -3,1               | 1,4          | 1,0              |
| Ardósia                                     | 12.908            | 5.428          | 12.780            | 5.639          | -1,0               | 3,9          | 0,7              |
| Xisto ornamental                            | 17.370            | 2.312          | 16.569            | 2.210          | -4,6               | -4,4         | 0,3              |
| <b>Granito ornamental e r.similares</b>     | <b>1.016.412</b>  | <b>32.426</b>  | <b>1.002.867</b>  | <b>32.506</b>  | <b>-1,3</b>        | <b>0,2</b>   | <b>4,1</b>       |
| Granito ornamental                          | 999.823           | 30.719         | 989.301           | 31.753         | -1,1               | 3,4          | 4,0              |
| Sienito Nefelinico ornamental               | 16.589            | 1.707          | 13.567            | 753            | -18,2              | -55,9        | 0,1              |
| <b>Mármore e calcários</b>                  | <b>875.736</b>    | <b>83.087</b>  | <b>984.708</b>    | <b>99.903</b>  | <b>12,4</b>        | <b>20,2</b>  | <b>12,6</b>      |
| Calcário azul ornamental                    | 4.548             | 448            | 4.759             | 418            | 4,6                | -6,6         | 0,1              |
| Calcário microcristalino ornamental(lloz)   | 3.243             | 621            | 3.752             | 711            | 15,7               | 14,4         | 0,1              |
| Calcário ornamental                         | 690.012           | 53.275         | 746.910           | 52.204         | 8,2                | -2,0         | 6,6              |
| Mármore                                     | 177.933           | 28.743         | 229.287           | 46.570         | 28,9               | 62,0         | 5,9              |
| <b>Pedra para calçamento</b>                | <b>701.080</b>    | <b>15.016</b>  | <b>817.884</b>    | <b>18.990</b>  | <b>16,7</b>        | <b>26,5</b>  | <b>2,4</b>       |
| Calcário para calçada                       | 44.704            | 1.425          | 38.628            | 1.316          | -13,6              | -7,7         | 0,2              |
| Gabro para calçada                          | 1.314             | 263            | 947               | 205            | -28,0              | -22,0        | 0,0              |
| Granito para calçada                        | 644.941           | 13.063         | 776.083           | 17.385         | 20,3               | 32,9         | 2,2              |
| Sienito nefelinico para calçada             | 10.120            | 265            | 2.226             | 105            | -78,0              | -60,5        | 0,0              |
| <b>Pedra rústica</b>                        | <b>124.264</b>    | <b>3.452</b>   | <b>61.134</b>     | <b>1.973</b>   | <b>-50,8</b>       | <b>-42,8</b> | <b>0,2</b>       |
| Calcário rústico                            | 11.156            | 325            | 3.192             | 162            | -71,4              | -50,1        | 0,0              |
| Granito rústico                             | 113.108           | 3.127          | 57.942            | 1.811          | -48,8              | -42,1        | 0,2              |
| <b>Total Geral</b>                          | <b>55.886.801</b> | <b>831.728</b> | <b>47.031.253</b> | <b>794.927</b> | <b>-15,8</b>       | <b>-4,4</b>  | <b>100,0</b>     |

Fonte: (DGEG, 2015b)

## Minas - Produção por concelhos em 2012

| NutII / Concelho             | Quantidade Produzida (t) | Valor de produção (mil euros) |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Alentejo</b>              | <b>772.360</b>           | <b>438.847</b>                |
| <b>Algarve</b>               | <b>16.548</b>            | <b>341</b>                    |
| <b>Centro</b>                | <b>1.910.720</b>         | <b>37.189</b>                 |
| <b>Lisboa e Vale do Tejo</b> | <b>1.146.793</b>         | <b>13.098</b>                 |
| <b>Norte</b>                 | <b>802.716</b>           | <b>9.304</b>                  |
| Barcelos                     | 248.765                  | 2.394                         |
| Bragança                     | 7.699                    | 347                           |
| Celorico de Basto            | 3.777                    | 45                            |
| Esposende                    | 25.047                   | 219                           |
| Felgueiras                   | 3.862                    | 46                            |
| Macedo de Cavaleiros         | 7.432                    | 468                           |
| Oliveira de Azeméis          | 38.359                   | 908                           |
| Ponte da Barca               | 52.154                   | 261                           |
| Ponte de Lima                | 1.000                    | 7                             |
| Ribeira de Pena              | 3.500                    | 35                            |
| Trofa                        | 15.729                   | 185                           |
| Viana do Castelo             | 360.392                  | 3.864                         |
| Vila Nova de Foz Côa         | 35.000                   | 525                           |
| <b>Total Geral</b>           | <b>4.649.137</b>         | <b>498.778</b>                |

Fonte: (DGEG, 2015b)

2012 - Valores provisórios.

O valor da Trofa refere-se à extração de mármore e granitos da empresa Marnorte.



## Anexo B – Importação de substâncias minerais 2012/2013

| Direcção Geral de Energia e Geologia - Direcção de Serviços de Minas e Pedreiras |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |
|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| SUBSTÂNCIAS MINERAIS - IMPORTAÇÃO  |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |
| SUBSECTORES  | 2011                 |                       | 2012                 |                       | 2013                 |                       | Variação (%) |              | Estrutura    |
|  | Toneladas            | 10 <sup>3</sup> euros | Toneladas            | 10 <sup>3</sup> euros | Toneladas            | 10 <sup>3</sup> euros | Vol.         | Valor        | Valor 2013   |
| <b>ENERGÉTICOS</b>   | 3 623 762            | 308 811               | 5 038 256            | 358 248               | 4 214 623            | 249 702               | -16,3        | -30,3        | 63,8         |
| Hulha (inclui antracite e linhite)   | 3 623 762            | 308 811               | 5 038 256            | 358 248               | 4 214 623            | 249 702               | -16,3        | -30,3        | 63,8         |
| <b>MINÉRIOS METÁLICOS</b>  | 8 854,623            | 10 685,585            | 7 456,595            | 10 274,630            | 9 930,660            | 9 251,486             | 33,2         | -10,0        | 2,4          |
| <b>MINÉRIOS DE FERRO</b>   | 75,870               | 35,566                | 13,491               | 15,077                | 385,897              | 227,941               | 2 760,4      | 1 411,8      | 0,1          |
| <b>MINÉRIOS METÁLICOS N/FERROSOS</b>   | 8 778,753            | 10 650,019            | 7 443,104            | 10 259,553            | 9 544,763            | 9 023,545             | 28,2         | -12,0        | 2,3          |
| Minérios de alumínio   | 1 071                | 495                   | 1 451                | 1 574                 | 1 702                | 1 898                 | 17,4         | 20,6         | 0,5          |
| Minérios de chumbo   | 36                   | 89                    | 66                   | 142                   | 26                   | 56                    | -60,5        | -60,8        | 0,0          |
| Minérios de cobalto  | 8                    | 219                   | 3                    | 92                    | 0                    | 9                     | -89,6        | -90,1        | 0,0          |
| Minérios de cromo  | 2 560                | 1 056                 | 2 660                | 1 033                 | 2 227                | 764                   | -16,3        | -26,0        | 0,2          |
| Minérios de manganés   | 56                   | 25                    | 169                  | 59                    | 134                  | 73                    | -21,1        | 23,6         | 0,0          |
| Minérios de titânio  | 808                  | 595                   | 449                  | 832                   | 568                  | 586                   | 26,5         | -29,6        | 0,1          |
| Minérios de zinco  | 31                   | 393                   | 205                  | 361                   | 2 317                | 2 281                 | 1030,4       | 531,3        | 0,6          |
| Minérios de zircónio   | 4 081                | 6 158                 | 2 380                | 4 932                 | 2 564                | 3 250                 | 7,7          | -34,1        | 0,8          |
| Outros minérios de metais comuns   | 129                  | 1 619                 | 60                   | 1 234                 | 6                    | 107                   | -89,2        | -91,3        | 0,0          |
| <b>MINERAIS DE CONSTRUÇÃO</b>  | 303 197              | 51 103                | 211 702              | 44 640                | 196 301              | 40 562                | -7,3         | -9,1         | 10,4         |
| <b>ROCHAS ORNAMENTAIS</b>  | 195 958              | 48 489                | 138 175              | 41 972                | 161 258              | 38 027                | 16,7         | -9,4         | 9,7          |
| <b>Granito e outras rochas similares</b>   | 147 924              | 29 250                | 92 658               | 22 949                | 128 785              | 21 874                | 39,0         | -4,7         | 5,6          |
| Granito ornamental e rochas similares, em bloco                                  | 100 789              | 10 486                | 61 441               | 9 592                 | 102 496              | 11 757                | 66,8         | 22,6         | 3,0          |
| Granito ornamental e rochas similares, em obra                                   | 30 848               | 15 661                | 19 136               | 10 266                | 11 842               | 6 924                 | -38,1        | -32,6        | 1,8          |
| Granito ornamental e rochas similares, serrado                                   | 16 268               | 3 097                 | 11 980               | 3 058                 | 14 446               | 3 192                 | 20,6         | 4,4          | 0,8          |
| Granito ornamental e rochas similares, em bloco e serrado                        | 19                   | 6                     | 101                  | 32                    | 1                    | 1                     | -98,9        | -95,9        | 0,0          |
| <b>Mármore e outras rochas carbonatadas</b>                                      | 40 095               | 15 994                | 40 627               | 15 991                | 28 098               | 13 427                | -30,8        | -16,0        | 3,4          |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, em bloco                                   | 6 161                | 1 488                 | 10 870               | 2 645                 | 9 145                | 2 108                 | -15,9        | -20,3        | 0,5          |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, em obra                                    | 17 980               | 8 525                 | 14 376               | 8 510                 | 12 732               | 8 442                 | -11,4        | -0,8         | 2,2          |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, serrado                                    | 15 954               | 5 982                 | 15 382               | 4 836                 | 6 221                | 2 877                 | -59,6        | -40,5        | 0,7          |
| <b>Pedra natural talhada para calcetamento</b>                                   | 3 023                | 702                   | 1 542                | 435                   | 890                  | 457                   | -42,3        | 5,1          | 0,1          |
| Pedra natural para calcetamento e lajes  | 3 023                | 702                   | 1 542                | 435                   | 890                  | 457                   | -42,3        | 5,1          | 0,1          |
| <b>Ardósia</b>   | 4 916                | 2 543                 | 3 348                | 2 598                 | 3 486                | 2 269                 | 4,1          | -12,7        | 0,6          |
| Ardósia, em bloco e serrada  | 1 083                | 91                    | 952                  | 150                   | 1 448                | 150                   | 52,1         | -0,6         | 0,0          |
| Ardósia, em obra   | 3 833                | 2 452                 | 2 396                | 2 447                 | 2 038                | 2 119                 | -14,9        | -13,4        | 0,5          |
| <b>AGREGADOS</b>   | 89 025               | 1 807                 | 63 242               | 1 811                 | 26 174               | 1 617                 | -58,6        | -10,7        | 0,4          |
| Cascalho, pedra britada e outras   | 87 519               | 1 440                 | 61 883               | 1 277                 | 24 781               | 951                   | -60,0        | -25,5        | 0,2          |
| Pedra-pomes e outros abrasivos naturais  | 1 485                | 354                   | 984                  | 287                   | 1 129                | 392                   | 14,7         | 36,3         | 0,1          |
| Quartzites   | 22                   | 13                    | 375                  | 247                   | 264                  | 275                   | -29,4        | 11,3         | 0,1          |
| <b>MINERAIS PARA CIMENTO E CAL</b>   | 18 215               | 806                   | 10 285               | 856                   | 8 869                | 917                   | -13,8        | 7,1          | 0,2          |
| Castinas e pedras calcárias para cal e cimento                                   | 12 763               | 111                   | 5 224                | 67                    | 4 307                | 63                    | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| Cré  | 1 343                | 161                   | 2 288                | 214                   | 1 501                | 221                   | -34,4        | 3,4          | 0,1          |
| Dolomite   | 4 108                | 534                   | 2 773                | 576                   | 3 061                | 633                   | 10,4         | 9,9          | 0,2          |
| <b>MINERAIS INDUSTRIAIS</b>  | 1 345 689            | 105 125               | 1 126 884            | 98 263                | 936 270              | 91 756                | -16,9        | -6,6         | 23,5         |
| <b>ARGILA E CAULINO</b>  | 167 649              | 24 264                | 165 613              | 26 158                | 178 323              | 27 870                | 7,7          | 6,5          | 7,1          |
| Argilas refractárias e terras descorantes  | 491                  | 160                   | 598                  | 280                   | 324                  | 73                    | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| Bentonite  | 25 338               | 6 722                 | 22 399               | 6 356                 | 21 185               | 6 282                 | -5,4         | -1,2         | 1,6          |
| Caulino  | 34 275               | 4 819                 | 28 804               | 4 324                 | 34 296               | 5 410                 | 19,1         | 25,1         | 1,4          |
| Outras argilas   | 23 691               | 5 056                 | 46 983               | 8 660                 | 54 859               | 9 511                 | 16,8         | 9,8          | 2,4          |
| Outras argilas caulínicas  | 78 671               | 6 387                 | 61 801               | 5 523                 | 61 380               | 5 403                 | -0,7         | -2,2         | 1,4          |
| Barro cozido empó e terra de dinas   | 5 184                | 1 120                 | 5 028                | 1 015                 | 6 280                | 1 191                 | 24,9         | 17,4         | 0,3          |
| <b>SAL</b>   | 177 521              | 11 154                | 187 657              | 11 357                | 151 068              | 9 522                 | -19,5        | -16,2        | 2,4          |
| <b>OUTROS MINERAIS INDUSTRIAIS</b>   | 1 000 519            | 69 707                | 773 614              | 60 747                | 606 879              | 54 364                | -21,6        | -10,5        | 13,9         |
| Areias   | 401 371              | 5 262                 | 308 218              | 5 050                 | 177 399              | 5 151                 | -42,4        | 2,0          | 1,3          |
| Carbonato de bário natural   | 39                   | 18                    | 11                   | 6                     | 120                  | 74                    | 987,9        | 1140,2       | 0,0          |
| Diatomite e outras farinhas silíceas fósseis                                     | 2 898                | 934                   | 2 313                | 916                   | 2 649                | 902                   | 14,5         | -1,5         | 0,2          |
| Enxofre  | 4 079                | 2 482                 | 2 720                | 2 501                 | 2 378                | 2 228                 | -12,6        | -10,9        | 0,6          |
| Espatoflúor  | 2 350                | 553                   | 3 234                | 980                   | 3 291                | 1 003                 | 1,7          | 2,4          | 0,3          |
| Feldspato  | 65 635               | 3 607                 | 62 636               | 3 491                 | 80 408               | 4 351                 | 28,4         | 24,6         | 1,1          |
| Gipsite, anidrite e gesso  | 333 481              | 23 970                | 201 182              | 14 575                | 168 344              | 12 213                | -16,3        | -16,2        | 3,1          |
| Grafite natural  | 62                   | 104                   | 33                   | 70                    | 41                   | 68                    | 23,1         | -2,3         | 0,0          |
| Leucite e nefelina   | 8 323                | 1 358                 | 9 863                | 1 577                 | 8 788                | 1 253                 | -10,9        | -20,5        | 0,3          |
| Mica   | 301                  | 143                   | 256                  | 146                   | 202                  | 100                   | -21,0        | -31,5        | 0,0          |
| Outras matérias minerais n.e   | 22 033               | 6 337                 | 13 751               | 3 504                 | 14 478               | 3 655                 | 5,3          | 4,3          | 0,9          |
| Perlite, Vermiculite e Clorites  | 2 733                | 915                   | 1 911                | 582                   | 2 454                | 923                   | 28,5         | 58,8         | 0,2          |
| Quartzo  | 1 665                | 554                   | 2 637                | 491                   | 6 735                | 1 248                 | 155,4        | 154,2        | 0,3          |
| Sulfato de bário natural   | 2 470                | 853                   | 2 223                | 877                   | 2 839                | 1 154                 | 27,7         | 31,5         | 0,3          |
| Talco e Esteatite  | 23 225               | 4 261                 | 11 695               | 3 046                 | 13 947               | 4 917                 | 19,3         | 8,0          | 0,8          |
| Turfa não energética   | 28 444               | 4 488                 | 37 139               | 5 175                 | 38 477               | 4 921                 | 3,6          | -5,0         | 1,3          |
| Magnesite e outros óxidos de magnésio  | 8 427                | 3 025                 | 8 136                | 3 125                 | 10 299               | 3 590                 | 26,6         | 14,9         | 0,9          |
| Fosfatos de cálcio naturais e outros   | 91 707               | 10 536                | 105 185              | 14 522                | 73 512               | 8 124                 | -30,1        | -44,1        | 2,1          |
| Sulfato magnésio natural   | 1 278                | 307                   | 469                  | 115                   | 519                  | 117                   | 10,6         | 1,7          | 0,0          |
| <b>Total Geral</b>   | <b>5 281 502,855</b> | <b>475 724,259</b>    | <b>6 384 298,330</b> | <b>511 424,849</b>    | <b>5 357 124,684</b> | <b>391 270,915</b>    | <b>-16,1</b> | <b>-23,5</b> | <b>100,0</b> |
| Fonte: (DGEG, 2015b)   |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |
| 2011 (dados definitivos revistos) - versão de 08-09-2014                         |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |
| 2012 (dados definitivos) - versão de 08-09-2013                                  |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |
| 2013 (dados provisórios) - versão de 08-09-2014                                  |                      |                       |                      |                       |                      |                       |              |              |              |

## Anexo C – Exportação de substâncias minerais 2012/2013

| Direção Geral de Energia e Geologia - Direção de Serviços de Minas e Pedreiras |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |
|--|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------|---------|--------------|
| SUBSTÂNCIAS MINERAIS - EXPORTAÇÃO  |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |
| SUBSECTORES  | 2011      |                       | 2012      |                       | 2013      |                       | Variação (%) |         | Estrutura(%) |
|  | Toneladas | 10 <sup>3</sup> euros | Toneladas | 10 <sup>3</sup> euros | Toneladas | 10 <sup>3</sup> euros | Vol.         | Valor   | Valor-2013   |
| ENERGÉTICOS  | 26 134    | 2 901                 | 11 527    | 2 046                 | 9 154     | 1 601                 | -20,6        | -21,8   | 0,2          |
| <i>HULHA, ANTRACITE E LINHITE</i>  | 26 134    | 2 901                 | 11 527    | 2 046                 | 9 154     | 1 601                 | -20,6        | -21,8   | 0,2          |
| Hulha (inclui antracite)   | 26 134    | 2 901                 | 11 527    | 2 046                 | 9 154     | 1 601                 | -20,6        | -21,8   | 0,2          |
| MINÉRIOS METÁLICOS   | 566 755   | 469 100               | 435 606   | 461 368               | 445 089   | 436 043               | 2,2          | -5,5    | 51,0         |
| <i>MINÉRIOS DE FERRO</i>   | 226 358   | 3 789                 | 51 932    | 1 045                 | 0         | 0                     | -100,0       | -100,0  | 0,0          |
| Minérios de ferro  | 226 358   | 3 789                 | 51 932    | 1 045                 | 0         | 0                     | -100,0       | -100,0  | 0,0          |
| <i>MINÉRIOS METÁLICOS NIFERROSOS</i>   | 340 398   | 465 311               | 383 674   | 460 323               | 445 089   | 436 043               | 16,0         | -5,3    | 51,0         |
| Minérios de cobre  | 336 687   | 439 971               | 314 298   | 405 180               | 327 959   | 365 534               | 4,3          | -9,8    | 42,8         |
| Minérios de chumbo   |           |                       | 93        | 42                    | 3 685     | 1 194                 | 3 861,5      | 2 720,1 | 0,1          |
| Minérios de volfrâmio  | 1 324     | 22 419                | 1 325     | 24 855                | 1 253     | 20 196                | -5,5         | -18,7   | 2,4          |
| Minérios de zinco  | 2 202     | 971                   | 67 862    | 28 480                | 112 013   | 44 895                | 65,1         | 57,6    | 5,3          |
| Outros minérios de metais comuns   | 184       | 1 950                 | 96        | 1 767                 | 179       | 4 225                 | 86,0         | 139,1   | 0,5          |
| MINERAIS DE CONSTRUÇÃO   | 1 987 585 | 340 834               | 1 783 542 | 356 829               | 2 149 980 | 376 875               | 20,5         | 5,6     | 44,1         |
| <i>ROCHAS ORNAMENTAIS</i>  | 1 728 082 | 337 739               | 1 716 185 | 354 357               | 1 746 262 | 372 730               | 1,8          | 5,2     | 43,6         |
| <i>Granito e outras rochas similares</i>                                       | 521 987   | 87 721                | 494 766   | 86 088                | 509 093   | 88 420                | 2,9          | 2,7     | 10,3         |
| Granito ornamental e rochas similares, em bloco                                | 143 293   | 12 713                | 140 913   | 12 441                | 150 334   | 12 067                | 6,7          | -3,0    | 1,4          |
| Granito ornamental e rochas similares, em obra                                 | 130 425   | 47 270                | 106 551   | 46 753                | 140 321   | 51 103                | 31,7         | 9,3     | 6,0          |
| Granito ornamental e rochas similares, serrado                                 | 198 968   | 22 459                | 196 921   | 21 793                | 198 066   | 23 284                | 0,6          | 6,8     | 2,7          |
| Granito ornamental e rochas similares, em bloco e serrado                      | 49 301    | 5 280                 | 50 382    | 5 101                 | 20 372    | 1 966                 | -59,6        | -61,5   | 0,2          |
| <i>Mármore e outras rochas carbonatadas</i>                                    | 763 072   | 183 502               | 768 411   | 191 676               | 812 348   | 208 976               | 5,7          | 9,0     | 24,4         |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, em bloco                                 | 89 540    | 13 069                | 91 143    | 12 961                | 71 092    | 10 277                | -22,0        | -20,7   | 1,2          |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, em obra                                  | 237 196   | 116 159               | 252 746   | 123 664               | 280 529   | 143 553               | 11,0         | 16,1    | 16,8         |
| Mármore e outras rochas carbonatadas, serrado                                  | 436 335   | 54 275                | 424 522   | 55 051                | 460 727   | 55 146                | 8,5          | 0,2     | 6,5          |
| <i>Pedra natural talhada para calcetamento</i>                                 | 409 791   | 36 154                | 416 264   | 39 561                | 394 920   | 40 053                | -5,1         | 1,2     | 4,7          |
| Pedra natural para calcetamento e lajes  | 409 791   | 36 154                | 416 264   | 39 561                | 394 920   | 40 053                | -5,1         | 1,2     | 4,7          |
| <i>Ardósia</i>   | 33 232    | 30 362                | 36 744    | 37 032                | 29 902    | 35 280                | -18,6        | -4,7    | 4,1          |
| Ardósia, em bloco e serrada  | 14 381    | 2 642                 | 14 552    | 3 275                 | 4 418     | 1 881                 | -69,6        | -42,6   | 0,2          |
| Ardósia, em obra   | 18 851    | 27 720                | 22 191    | 33 757                | 25 484    | 33 399                | 14,8         | -1,1    | 3,9          |
| AGREGADOS  | 246 501   | 2 282                 | 58 848    | 1 943                 | 394 615   | 3 485                 | 570,6        | 79,4    | 0,4          |
| Pedra-pomes e outros abrasivos naturais  | 9         | 22                    | 1         | 13                    | 1         | 5                     | -39,5        | -60,5   | 0,0          |
| Cascalho, pedra britada e outras   | 246 477   | 2 235                 | 58 841    | 1 920                 | 394 606   | 3 476                 | 570,6        | 81,1    | 0,4          |
| Quarzites  | 14        | 25                    | 6         | 10                    | 8         | 4                     | 30,7         | -61,9   | 0,0          |
| MINERAIS PARA CIMENTO E CAL  | 13 002    | 813                   | 8 509     | 530                   | 9 103     | 660                   | 7,0          | 24,5    | 0,1          |
| Cré  | 12 429    | 742                   | 6 945     | 374                   | 7 276     | 461                   | 4,8          | 23,3    | 0,1          |
| Dolomite   | 569       | 71                    | 1 547     | 152                   | 1 813     | 196                   | 17,2         | 28,8    | 0,0          |
| Castinas e pedras calcárias para cal e cimento                                 | 4         | 1                     | 18        | 3                     | 14        | 2                     | -22,9        | -29,1   | 0,0          |
| MINERAIS INDUSTRIAIS   | 777 020   | 44 069                | 663 551   | 36 847                | 802 587   | 40 450                | 21,0         | 9,8     | 4,7          |
| <i>ARGILA E CAULINO</i>  | 372 299   | 19 123                | 286 600   | 13 714                | 329 721   | 15 595                | 15,0         | 13,7    | 1,8          |
| Barro cozido em pó e terra de dinas  | 402       | 25                    | 3 034     | 105                   | 465       | 39                    | -84,7        | -63,0   | 0,0          |
| Bentonite  | 1 381     | 419                   | 1 945     | 470                   | 1 660     | 422                   | -14,6        | -10,1   | 0,0          |
| Caulino  | 103 906   | 4 930                 | 117 820   | 4 823                 | 99 185    | 4 099                 | -15,8        | -15,0   | 0,5          |
| Outras argilas caulínicas  | 16 833    | 772                   | 5 084     | 492                   | 3 809     | 338                   | -25,1        | -31,4   | 0,0          |
| Argilas refractárias e terras descorantes                                      | 4 482     | 207                   | 2 841     | 201                   | 1 995     | 190                   | -29,8        | -5,4    | 0,0          |
| Outras argilas   | 245 296   | 12 770                | 155 875   | 7 623                 | 222 607   | 10 507                | 42,8         | 37,8    | 1,2          |
| SAL  | 43 690    | 8 714                 | 34 590    | 8 488                 | 32 131    | 7 493                 | -7,1         | -11,7   | 0,9          |
| <i>OUTROS MINERAIS INDUSTRIAIS</i>   | 361 030   | 16 232                | 342 362   | 14 645                | 440 734   | 17 362                | 28,7         | 18,6    | 2,0          |
| Arelas   | 263 163   | 4 998                 | 234 251   | 4 106                 | 331 038   | 4 939                 | 41,3         | 20,3    | 0,6          |
| Enxofre  | 12 471    | 3 555                 | 7 066     | 2 908                 | 24 101    | 3 892                 | 241,1        | 33,8    | 0,5          |
| Espatoflúor  |           |                       | 3         | 1                     |           |                       | 0,0          | 0,0     | 0,0          |
| Grafite natural  | 1         | 3                     | 1         | 4                     | 0         | 1                     | -82,3        | -62,7   | 0,0          |
| Mica   | 30        | 11                    | 26        | 16                    | 73        | 20                    | 176,5        | 24,1    | 0,0          |
| Quartzo  | 2 008     | 1 187                 | 1 167     | 129                   | 570       | 112                   | -51,1        | -13,2   | 0,0          |
| Sulfato de bário natural   | 126       | 51                    | 74        | 48                    | 175       | 70                    | 135,3        | 46,3    | 0,0          |
| Talco e Esteatite  | 3 910     | 787                   | 2 975     | 407                   | 1 877     | 289                   | -36,9        | -29,0   | 0,0          |
| Turfa não energética   | 118       | 88                    | 415       | 166                   | 516       | 104                   | 24,4         | -37,6   | 0,0          |
| Gipsite, anidrite e gesso  | 50 004    | 3 217                 | 64 631    | 4 239                 | 32 065    | 4 536                 | -50,4        | 7,0     | 0,5          |
| Diatomite e outras farinhas silíceas fósseis                                   | 7 299     | 616                   | 11 568    | 1 112                 | 18 301    | 1 798                 | 58,2         | 61,7    | 0,2          |
| Outras matérias minerais n.e   | 501       | 505                   | 572       | 525                   | 1 198     | 187                   | 109,4        | -64,4   | 0,0          |
| Feldspato  | 19 904    | 731                   | 18 022    | 644                   | 29 478    | 923                   | 63,6         | 43,3    | 0,1          |
| Leucite e nefelina   | 251       | 91                    | 59        | 27                    | 0         | 0                     | -99,8        | -99,9   | 0,0          |
| Perlite, Vermiculite e Clorites  | 42        | 39                    | 30        | 10                    | 70        | 98                    | 130,9        | 882,3   | 0,0          |
| Magnesite e outros óxidos de magnésio  | 602       | 190                   | 1 261     | 215                   | 1 038     | 268                   | -17,6        | 24,9    | 0,0          |
| Sulfato magnésio natural   | 600       | 164                   | 239       | 87                    | 234       | 124                   | -2,1         | 42,4    | 0,0          |
| Total Geral  | 3 357 494 | 856 904               | 2 894 226 | 857 090               | 3 406 810 | 854 969               | 17,7         | -0,2    | 100,0        |
| Fonte: (DGEG, 2015b)   |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |
| 2011 (dados definitivos revistos) - versão de 08-09-2014                       |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |
| 2012 (dados definitivos) - versão de 08-09-2014                                |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |
| 2013 (dados provisórios) - versão de 08-09-2014                                |           |                       |           |                       |           |                       |              |         |              |

## Anexo D – Estatísticas agrícolas

### Balança alimentar portuguesa - Produtos alimentares

| Portugal                     |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       | 2008 - 2012 Po         |                              |
|------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------|-------------------------|-------------------------------|-----------|-------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| Grupos de produtos           | Rubricas           | Produção             | Comércio internacional |       | Variação de existências | Disponível para abastecimento |           |       | Capitação bruta anual | Capitação edível anual | Grau de auto-provisionamento |
|                              |                    |                      | Entrada                | Saída |                         | Total                         | Do qual : |       |                       |                        |                              |
|                              | Alimentação animal | Consumo humano bruto |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              |                    |                      |                        |       | 10 <sup>3</sup> t       |                               |           |       |                       | kg                     |                              |
| Cereais e arroz              |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 1 357                | 4 154                  | 383   | 86                      | 5 042                         | 2 740     | 1 658 | 157,0                 | 124,1                  | 26,9                         |
|                              | 2009               | 1 166                | 4 345                  | 448   | 80                      | 4 983                         | 2 851     | 1 680 | 159,0                 | 125,6                  | 23,4                         |
|                              | 2010               | 1 082                | 4 165                  | 412   | -14                     | 4 848                         | 2 717     | 1 694 | 160,2                 | 126,2                  | 22,3                         |
|                              | 2011               | 1 219                | 4 044                  | 444   | -38                     | 4 857                         | 2 717     | 1 690 | 160,1                 | 126,4                  | 25,1                         |
|                              | 2012 Po            | 1 229                | 4 092                  | 408   | -11                     | 4 924                         | 2 791     | 1 687 | 160,4                 | 126,7                  | 25,0                         |
| Raízes e tubérculos          |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 540                  | 610                    | 79    | 15                      | 1 056                         | 41        | 960   | 90,9                  | 78,9                   | 51,2                         |
|                              | 2009               | 479                  | 600                    | 90    | -17                     | 1 006                         | 16        | 944   | 89,3                  | 77,6                   | 47,6                         |
|                              | 2010               | 395                  | 619                    | 79    | -19                     | 954                           | 7         | 906   | 85,7                  | 74,4                   | 41,4                         |
|                              | 2011               | 402                  | 612                    | 86    | -19                     | 947                           | 8         | 897   | 85,0                  | 73,9                   | 42,4                         |
|                              | 2012 Po            | 464                  | 602                    | 97    | 18                      | 951                           | 10        | 900   | 85,6                  | 74,3                   | 48,8                         |
| Açúcares                     |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 486                  | 105                    | 237   | 4                       | 350                           | e         | 326   | 30,8                  | 30,8                   | x                            |
|                              | 2009               | 545                  | 116                    | 314   | 2                       | 345                           | e         | 324   | 30,6                  | 30,7                   | x                            |
|                              | 2010               | 533                  | 121                    | 300   | 6                       | 348                           | e         | 324   | 30,6                  | 30,6                   | x                            |
|                              | 2011               | 500                  | 123                    | 264   | 9                       | 350                           | e         | 328   | 31,0                  | 31,0                   | x                            |
|                              | 2012 Po            | 428                  | 108                    | 197   | -9                      | 348                           | e         | 323   | 30,7                  | 30,7                   | x                            |
| Leguminosas secas            |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 3                    | 55                     | 16    | -1                      | 44                            | 0         | 44    | 4,2                   | 4,2                    | 7,9                          |
|                              | 2009               | 3                    | 60                     | 15    | 5                       | 43                            | 0         | 43    | 4,1                   | 4,1                    | 6,0                          |
|                              | 2010               | 3                    | 57                     | 19    | -2                      | 43                            | 0         | 43    | 4,1                   | 4,1                    | 6,2                          |
|                              | 2011               | 3                    | 48                     | 14    | -3                      | 39                            | 0         | 39    | 3,7                   | 3,6                    | 7,0                          |
|                              | 2012 Po            | 3                    | 47                     | 13    | -1                      | 37                            | 0         | 37    | 3,6                   | 3,6                    | 6,9                          |
| Produtos hortícolas          |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 2 252                | 441                    | 1 422 | -90                     | 1 360                         | 0         | 1 347 | 127,6                 | 91,3                   | 165,5                        |
|                              | 2009               | 2 412                | 447                    | 1 438 | 70                      | 1 351                         | 0         | 1 338 | 126,6                 | 90,7                   | 178,6                        |
|                              | 2010               | 2 486                | 494                    | 1 372 | 210                     | 1 399                         | 0         | 1 386 | 131,1                 | 93,7                   | 177,7                        |
|                              | 2011               | 2 272                | 466                    | 1 528 | -163                    | 1 373                         | 0         | 1 360 | 128,8                 | 92,0                   | 165,5                        |
|                              | 2012 Po            | 2 542                | 450                    | 1 598 | -45                     | 1 440                         | 0         | 1 426 | 135,6                 | 96,6                   | 176,5                        |
| Frutos, incluindo azeitona   |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 1 098                | 863                    | 349   | -10                     | 1 622                         | //        | 1 246 | 118,0                 | 88,4                   | 67,7                         |
|                              | 2009               | 1 285                | 837                    | 356   | 28                      | 1 738                         | //        | 1 270 | 120,2                 | 88,3                   | 73,9                         |
|                              | 2010               | 1 232                | 874                    | 426   | e                       | 1 680                         | //        | 1 176 | 111,3                 | 88,2                   | 73,4                         |
|                              | 2011               | 1 423                | 837                    | 445   | 76                      | 1 739                         | //        | 1 174 | 111,2                 | 88,1                   | 81,8                         |
|                              | 2012 Po            | 1 311                | 757                    | 494   | -58                     | 1 631                         | //        | 1 130 | 107,4                 | 88,1                   | 80,3                         |
| Carne e miudezas comestíveis |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 809                  | 322                    | 77    | 7                       | 1 047                         | //        | 1 045 | 99,0                  | 75,0                   | 70,3                         |
|                              | 2009               | 798                  | 346                    | 78    | 6                       | 1 060                         | //        | 1 058 | 100,1                 | 75,7                   | 68,1                         |
|                              | 2010               | 799                  | 333                    | 80    | -4                      | 1 057                         | //        | 1 055 | 99,8                  | 75,3                   | 68,3                         |
|                              | 2011               | 796                  | 317                    | 97    | -10                     | 1 026                         | //        | 1 024 | 97,0                  | 73,2                   | 66,9                         |
|                              | 2012 Po            | 776                  | 311                    | 109   | -2                      | 981                           | //        | 979   | 93,1                  | 69,8                   | 71,8                         |
| Ovos                         |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 124                  | 16                     | 17    | e                       | 124                           | //        | 95    | 9,0                   | 7,9                    | 100,3                        |
|                              | 2009               | 125                  | 25                     | 20    | e                       | 130                           | //        | 95    | 9,0                   | 7,9                    | 96,5                         |
|                              | 2010               | 132                  | 20                     | 23    | e                       | 129                           | //        | 98    | 9,3                   | 8,2                    | 102,2                        |
|                              | 2011               | 123                  | 21                     | 29    | e                       | 115                           | //        | 89    | 8,4                   | 7,4                    | 106,8                        |
|                              | 2012 Po            | 121                  | 19                     | 22    | e                       | 117                           | //        | 90    | 8,5                   | 7,5                    | 102,9                        |
| Leite e derivados do leite   |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 1 410                | 476                    | 333   | 22                      | 1 530                         | 55        | 1 402 | 132,8                 | 131,5                  | 92,1                         |
|                              | 2009               | 1 357                | 464                    | 338   | -11                     | 1 493                         | 39        | 1 380 | 130,6                 | 129,3                  | 90,9                         |
|                              | 2010               | 1 312                | 437                    | 303   | -8                      | 1 455                         | 32        | 1 358 | 128,4                 | 127,1                  | 90,2                         |
|                              | 2011               | 1 320                | 447                    | 311   | -1                      | 1 457                         | 32        | 1 357 | 128,5                 | 127,3                  | 90,6                         |
|                              | 2012 Po            | 1 356                | 443                    | 342   | 10                      | 1 446                         | 38        | 1 340 | 127,5                 | 126,3                  | 93,7                         |
| Pescado                      |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 202                  | 476                    | 229   | -11                     | 460                           | 10        | 393   | 37,2                  | 24,4                   | 43,9                         |
|                              | 2009               | 172                  | 489                    | 188   | 16                      | 457                           | 13        | 395   | 37,3                  | 24,4                   | 37,6                         |
|                              | 2010               | 189                  | 487                    | 251   | -4                      | 429                           | 9         | 383   | 36,3                  | 23,8                   | 44,1                         |
|                              | 2011               | 186                  | 478                    | 271   | -2                      | 395                           | 9         | 354   | 33,6                  | 22,0                   | 47,1                         |
|                              | 2012 Po            | 173                  | 478                    | 274   | -8                      | 386                           | 11        | 340   | 32,3                  | 21,2                   | 44,9                         |
| Óleos e gorduras             |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 592                  | 328                    | 211   | -65                     | 774                           | 32        | 438   | 41,5                  | 39,4                   | x                            |
|                              | 2009               | 624                  | 354                    | 160   | 40                      | 778                           | 38        | 442   | 41,8                  | 39,6                   | x                            |
|                              | 2010               | 679                  | 424                    | 204   | 56                      | 844                           | 49        | 446   | 42,1                  | 39,9                   | x                            |
|                              | 2011               | 645                  | 521                    | 239   | 15                      | 912                           | 40        | 438   | 41,5                  | 39,2                   | x                            |
|                              | 2012 Po            | 605                  | 457                    | 234   | -89                     | 917                           | 48        | 424   | 40,3                  | 38,4                   | x                            |
| Outros produtos alimentares  |                    |                      |                        |       |                         |                               |           |       |                       |                        |                              |
|                              | 2008               | 47                   | 106                    | 14    | 2                       | 137                           | //        | 87    | 8,2                   | 8,3                    | x                            |
|                              | 2009               | 51                   | 102                    | 14    | -1                      | 139                           | //        | 87    | 8,3                   | 8,3                    | x                            |
|                              | 2010               | 51                   | 107                    | 15    | 2                       | 141                           | //        | 89    | 8,5                   | 8,5                    | x                            |
|                              | 2011               | 51                   | 108                    | 16    | -1                      | 143                           | //        | 90    | 8,6                   | 8,6                    | x                            |
|                              | 2012 Po            | 52                   | 109                    | 17    | -1                      | 145                           | //        | 91    | 8,6                   | 8,6                    | x                            |

Fonte INE, I.P. (2014b)

**Capitações diárias totais de produtos alimentares e bebidas alcoólicas, segundo o macronutriente**

| Portugal                                | 2008 - 2012 |                            |       |       |       |       |         |
|---|-------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Macronutrientes                         | Anos        | Unidade                    | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012 Po |
| População residente no país em 30 Junho |             | 10 <sup>6</sup> habitantes | 10,6  | 10,6  | 10,6  | 10,6  | 10,5    |
| Proteínas                               |             |                            |       |       |       |       |         |
| Total                                   |             | g                          | 126,1 | 126,1 | 125,3 | 122,7 | 120,4   |
| Produtos alimentares:                   |             | "                          | 125,4 | 125,4 | 124,6 | 122,0 | 119,7   |
| Cereais e arroz                         |             | "                          | 28,5  | 28,9  | 29,0  | 29,0  | 29,2    |
| Raízes e tubérculos                     |             | "                          | 5,4   | 5,3   | 5,0   | 5,0   | 5,0     |
| Açúcares                                |             | "                          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0     |
| Leguminosas secas                       |             | "                          | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 1,9   | 1,9     |
| Produtos hortícolas                     |             | "                          | 4,4   | 4,3   | 4,5   | 4,4   | 4,6     |
| Frutos, incluindo azeitona              |             | "                          | 3,4   | 3,3   | 3,2   | 3,1   | 2,9     |
| Carne e miudezas comestíveis            |             | "                          | 40,8  | 41,0  | 40,8  | 39,8  | 37,9    |
| Ovos                                    |             | "                          | 2,8   | 2,8   | 2,9   | 2,6   | 2,7     |
| Leite e derivados do leite              |             | "                          | 18,5  | 18,2  | 17,7  | 17,7  | 17,6    |
| Pescado                                 |             | "                          | 14,0  | 14,0  | 13,8  | 13,1  | 12,7    |
| Óleos e gorduras                        |             | "                          | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,3   | 3,1     |
| Outros produtos alimentares             |             | "                          | 2,0   | 2,0   | 2,1   | 2,1   | 2,1     |
| Bebidas alcoólicas:                     |             | "                          | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 0,7     |
| Bebidas alcoólicas fermentadas          |             | "                          | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 0,7     |
| Outras bebidas alcoólicas               |             | "                          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0     |
| Hidratos de carbono                     |             |                            |       |       |       |       |         |
| Total                                   |             | g                          | 469,2 | 470,7 | 467,7 | 467,1 | 466,2   |
| Produtos alimentares:                   |             | "                          | 464,2 | 465,7 | 462,7 | 462,6 | 462,0   |
| Cereais e arroz                         |             | "                          | 259,7 | 262,9 | 264,2 | 264,5 | 265,2   |
| Raízes e tubérculos                     |             | "                          | 43,5  | 42,7  | 41,0  | 40,7  | 41,0    |
| Açúcares                                |             | "                          | 80,9  | 80,7  | 80,4  | 81,5  | 80,8    |
| Leguminosas secas                       |             | "                          | 6,0   | 5,9   | 5,9   | 5,1   | 5,1     |
| Produtos hortícolas                     |             | "                          | 11,4  | 11,3  | 11,7  | 11,5  | 12,0    |
| Frutos, incluindo azeitona              |             | "                          | 30,1  | 30,4  | 27,8  | 27,7  | 26,7    |
| Carne e miudezas comestíveis            |             | "                          | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,4     |
| Ovos                                    |             | "                          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0     |
| Leite e derivados do leite              |             | "                          | 19,7  | 19,0  | 18,6  | 18,4  | 18,1    |
| Pescado                                 |             | "                          | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1     |
| Óleos e gorduras                        |             | "                          | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1     |
| Outros produtos alimentares             |             | "                          | 12,2  | 12,1  | 12,4  | 12,5  | 12,5    |
| Bebidas alcoólicas:                     |             | "                          | 5,0   | 5,0   | 5,0   | 4,5   | 4,2     |
| Bebidas alcoólicas fermentadas          |             | "                          | 4,7   | 4,7   | 4,7   | 4,2   | 4,0     |
| Outras bebidas alcoólicas               |             | "                          | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,2     |
| Gorduras                                |             |                            |       |       |       |       |         |
| Total                                   |             | g                          | 151,4 | 151,8 | 152,1 | 148,9 | 146,1   |
| Produtos alimentares:                   |             | "                          | 151,4 | 151,8 | 152,1 | 148,9 | 146,1   |
| Cereais e arroz                         |             | "                          | 4,9   | 4,9   | 5,0   | 4,9   | 5,0     |
| Raízes e tubérculos                     |             | "                          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0     |
| Açúcares                                |             | "                          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0     |
| Leguminosas secas                       |             | "                          | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2     |
| Produtos hortícolas                     |             | "                          | 0,7   | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,8     |
| Frutos, incluindo azeitona              |             | "                          | 5,0   | 4,8   | 4,5   | 4,4   | 4,0     |
| Carne e miudezas comestíveis            |             | "                          | 25,5  | 25,9  | 25,5  | 24,9  | 23,8    |
| Ovos                                    |             | "                          | 2,3   | 2,3   | 2,4   | 2,2   | 2,2     |
| Leite e derivados do leite              |             | "                          | 15,1  | 14,7  | 14,5  | 14,3  | 14,2    |
| Pescado                                 |             | "                          | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 1,9   | 1,8     |
| Óleos e gorduras                        |             | "                          | 92,6  | 93,1  | 94,0  | 92,2  | 90,9    |
| Outros produtos alimentares             |             | "                          | 3,1   | 3,2   | 3,2   | 3,2   | 3,2     |
| Álcool                                  |             |                            |       |       |       |       |         |
| Total                                   |             | g                          | 21,1  | 21,2  | 20,8  | 20,1  | 18,1    |
| Bebidas alcoólicas fermentadas          |             | "                          | 17,7  | 18,2  | 18,2  | 17,5  | 15,6    |
| Outras bebidas alcoólicas               |             | "                          | 3,4   | 3,0   | 2,6   | 2,6   | 2,5     |
| Calorias                                |             |                            |       |       |       |       |         |
| Total                                   |             | nº                         | 3 895 | 3 906 | 3 892 | 3 842 | 3 789   |
| Produtos alimentares:                   |             | "                          | 3 724 | 3 734 | 3 723 | 3 680 | 3 643   |
| Cereais e arroz                         |             | "                          | 1 198 | 1 212 | 1 218 | 1 218 | 1 223   |
| Raízes e tubérculos                     |             | "                          | 196   | 192   | 184   | 183   | 184     |
| Açúcares                                |             | "                          | 324   | 322   | 321   | 326   | 323     |
| Leguminosas secas                       |             | "                          | 36    | 35    | 35    | 30    | 30      |
| Produtos hortícolas                     |             | "                          | 70    | 69    | 73    | 70    | 74      |
| Frutos, incluindo azeitona              |             | "                          | 179   | 179   | 165   | 161   | 155     |
| Carne e miudezas comestíveis            |             | "                          | 394   | 399   | 396   | 386   | 367     |
| Ovos                                    |             | "                          | 32    | 32    | 33    | 30    | 31      |
| Leite e derivados do leite              |             | "                          | 289   | 282   | 275   | 274   | 270     |
| Pescado                                 |             | "                          | 74    | 74    | 75    | 70    | 67      |
| Óleos e gorduras                        |             | "                          | 847   | 853   | 861   | 845   | 832     |
| Outros produtos alimentares             |             | "                          | 85    | 85    | 87    | 87    | 87      |
| Bebidas alcoólicas:                     |             | "                          | 171   | 172   | 169   | 162   | 146     |
| Bebidas alcoólicas fermentadas          |             | "                          | 147   | 150   | 150   | 143   | 128     |
| Outras bebidas alcoólicas               |             | "                          | 24    | 22    | 19    | 19    | 18      |

## Fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos

| Portugal  |                                 | 2010 - 2012 |         |         |
|---|---------------------------------|-------------|---------|---------|
|   | Unidade                         | 2010        | 2011    | 2012    |
| <b>Consumo aparente de fertilizantes inorgânicos azotados, fosfatados e potássicos na agricultura (a)</b> |                                 |             |         |         |
| Azoto   | t N                             | 100 249     | 95 088  | 77 906  |
| Fósforo   | t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 41 432      | 29 563  | 28 200  |
| Potássio  | t K <sub>2</sub> O              | 29 258      | 24 652  | 22 430  |
| Total   | t                               | 170 939     | 149 302 | 128 536 |
| <b>Vendas de produtos fitofarmacêuticos, por tipo de função</b>   |                                 |             |         |         |
| Fungicidas  | t s.a.                          | 9 475       | 9 975   | 8 517   |
| - Enxofre   | t s.a.                          | 6 719       | 6 697   | 6 081   |
| Herbicidas  | t s.a.                          | 2 042       | 1 996   | 1 769   |
| Insecticidas e acaricidas   | t s.a.                          | 913         | 880     | 811     |
| Outros (b)  | t s.a.                          | 1364        | 1175    | 1365    |
| Total de vendas   | t s.a.                          | 13 795      | 14 026  | 12 462  |
| <b>Vendas de produtos fitofarmacêuticos / Superfície agrícola utilizada</b>                               | kg s.a./ha                      | 3,8         | 3,9     | 3,5     |
| <b>Vendas de produtos fitofarmacêuticos (excluindo enxofre) / Superfície agrícola utilizada</b>           | kg s.a./ha                      | 1,9         | 2,0     | 1,8     |

Origem: Direção Geral de Veterinária e Alimentação.

(a) Inclui consumo de fertilizantes inorgânicos em áreas de desporto e lazer.

(b) Inclui Fumigantes do solo, Moluscicidas, Reguladores de Crescimento, Rodenticidas e Outros.

## Importações e exportações dos principais produtos da agricultura ou relacionados com esta atividade, em 2013 (cont.)

| Portugal   |    | 2013 Pe     |                  |             |                  |
|--|----|-------------|------------------|-------------|------------------|
| Capítulos da Nomenclatura Combinada                    |    | Importações |                  | Exportações |                  |
|  |    | t           | 1 000 Euros      | t           | 1 000 Euros      |
| <b>Capítulo 31 - Adubos</b>                            | // |             | <b>196 556</b>   | //          | <b>144 129</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 3102 - Adubos azotados                                 |    | 279 228     | 77 807           | 188 240     | 48 715           |
| 3103 - Adubos fosfatados                               |    | 12 416      | 2 786            | 5 409       | 1 020            |
| 3104 - Adubos potássicos                               |    | 100 441     | 33 565           | 10 878      | 6 226            |
| 31(01 e 05) - Outros adubos                            |    | 0           | 0                | 0           | 0                |
| <b>Capítulo 32 - Extractos tanantes, taninos, etc.</b> | // |             | <b>493 707</b>   | //          | <b>164 976</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 3201 - Extractos tanantes de origem vegetal            |    | 1 474       | 3 149            | 228         | 1 035            |
| 3202 - Corantes de origem vegetal ou animal            |    | 3 095       | 4 337            | 91          | 113              |
| <b>Capítulo 38 - Prod. diversos indúst. químicas</b>   | // |             | <b>672 336</b>   | //          | <b>298 705</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 3805.10.10 - Essências de terebentina                  |    | 1           | 3                | 3 323       | 5 172            |
| 3805.10.30 - Essências de pinheiro                     |    | 1           | 2                | 0           | 0                |
| 3806.10 - Essências de resina                          |    | 30 881      | 38 351           | 7 398       | 12 141           |
| 3808.91 - Insecticidas                                 |    | 4 363       | 30 437           | 2 374       | 14 302           |
| 3808.92 - Fungicidas                                   |    | 7 664       | 36 931           | 4 154       | 26 199           |
| 3808.93 - Herbicidas                                   |    | 4 532       | 27 843           | 4 415       | 29 728           |
| 3808.99.10 - Rodenticidas                              |    | 963         | 2 491            | 13          | 166              |
| <b>Capítulo 40 - Borracha e suas obras</b>             | // |             | <b>757 762</b>   | //          | <b>1 029 171</b> |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 4001 - Borracha natural                                |    | 24 468      | 53 529           | 100         | 220              |
| <b>Capítulo 41 - Peles e couros</b>                    | // |             | <b>488 423</b>   | //          | <b>85 889</b>    |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 4101 - Peles em bruto de bovinos                       |    | 14 790      | 35 756           | 7 305       | 11 056           |
| 4102 - Peles em bruto de ovinos                        |    | 1 040       | 4 658            | 483         | 3 482            |
| 4103 - Outras peles em bruto                           |    | 39          | 263              | 464         | 1 640            |
| <b>Capítulo 44 - Madeira; carvão vegetal</b>           | // |             | <b>550 111</b>   | //          | <b>685 838</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 4401 - Lenha em qualquer estado                        |    | 728 464     | 63 712           | 945 397     | 117 598          |
| 4402 - Carvão vegetal                                  |    | 31 718      | 11 070           | 4 743       | 1 155            |
| 4403 - Madeira em bruto                                |    | 2 284 234   | 176 425          | 1 446 901   | 102 966          |
| <b>Capítulo 45 - Cortiça e suas obras</b>              | // |             | <b>135 719</b>   | //          | <b>836 165</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 4501 - Cortiça em bruto                                |    | 73 328      | 102 459          | 55 081      | 48 260           |
| 4502 - Cortiça natural                                 |    | 2 659       | 10 901           | 1 371       | 6 946            |
| 4503 - Obras de cortiça natural                        |    | 1 122       | 16 556           | 14 438      | 362 562          |
| <b>Capítulo 51 - Lã, pêlos finos ou grossos</b>        | // |             | <b>98 795</b>    | //          | <b>61 065</b>    |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 5101 - Lã não cardada nem penteada                     |    | 5 541       | 7 468            | 4 117       | 6 226            |
| 5102 - Pêlos finos ou grosseiros não cardados          |    | 40          | 896              | 44          | 2 437            |
| <b>Capítulo 52 - Algodão</b>                           | // |             | <b>450 014</b>   | //          | <b>146 604</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 5201 - Algodão não cardado nem penteado                |    | 37 798      | 54 434           | 814         | 1 833            |
| 5202 - Desperdícios de algodão                         |    | 3 098       | 2 715            | 7 887       | 2 895            |
| <b>Capítulo 53 - Outras fibras têxteis vegetais</b>    | // |             | <b>43 648</b>    | //          | <b>4 527</b>     |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 5301 - Linho em bruto                                  |    | 185         | 532              | 16          | 56               |
| <b>Capítulo 82 - Ferramentas, artigos de cutelaria</b> | // |             | <b>177 793</b>   | //          | <b>178 654</b>   |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 8201 - Ferramentas manuais para agricultura            |    | 578         | 3 338            | 697         | 3 798            |
| 8201.10 - Pás  |    | 106         | 292              | 58          | 184              |
| 82019000 - Foices, foicinhas, facas e outros           |    | 92          | 648              | 223         | 888              |
| 8201.30 - Enxadas, sachos, etc.                        |    | 178         | 644              | 200         | 854              |
| 8201.40 - Machados e ferramentas semelhantes de gume   |    | 53          | 184              | 85          | 455              |
| <b>Capítulo 84 - Máquinas e aparelhos diversos</b>     | // |             | <b>4 338 167</b> | //          | <b>3 118 847</b> |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 8432 - Máquinas agrícolas - preparação do solo         |    | 10 716      | 28 867           | 8 434       | 22 847           |
| 8433 - Máquinas agrícolas - colheita ou debulha        |    | 14 318      | 29 165           | 2 220       | 6 897            |
| 8434 - Máquinas ordenhar - laticínios                  |    | 740         | 11 071           | 224         | 6 142            |
| 8435 - Prensas, esmagadores - fabrico de vinho         |    | 421         | 4 903            | 34          | 771              |
| 8436 - Outras máquinas - agric., avicul., silvicultura |    | 7 505       | 26 729           | 783         | 4 010            |
| 8437 - Máquinas - peneiração, limpeza de cereais       |    | 201         | 3 970            | 67          | 1 169            |
| <b>Capítulo 87 - Tractores e outros veículos</b>       | // |             | <b>4 571 340</b> | //          | <b>4 735 601</b> |
| <i>Dos quais:</i>                                      |    |             |                  |             |                  |
| 8701.10 - Motocultores                                 |    | 188         | 900              | 0           | 2                |
| 8701.90 - Tractores agrícolas e florestais, rodas      |    | 13 638      | 99 042           | 1 346       | 6 172            |
| 8716.20 - Reboques para usos agrícolas                 |    | 2 028       | 1 357            | 2 337       | 5 053            |

Nota: A informação relativa ao Comércio Intra-UE inclui uma componente de estimativas (de não respostas e de transações abaixo do limiar de assimilação).

### Produções de carne, leite, queijo, manteiga, ovos, mel, cera e lã

| Portugal   |      | Unidade: t (leite: 1 000 l) |                  |                  | 2011 - 2013 |
|--|------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Produtos   | Anos | 2011                        | 2012             | 2013 Po          |             |
| <b>1 - Carne (peso limpo)</b>                                    |      | <b>875 155</b>              | <b>850 284</b>   | <b>821 528</b>   |             |
| De bovinos   |      | 96 003                      | 92 988           | 84 011           |             |
| Adultos  |      | 73 046                      | 68 703           | 62 479           |             |
| Vitelos  |      | 22 957                      | 24 285           | 21 532           |             |
| De ovinos  |      | 18 183                      | 17 524           | 17 755           |             |
| De caprinos  |      | 1 460                       | 1 542            | 1 316            |             |
| De suínos  |      | 406 814                     | 384 182          | 366 414          |             |
| Carne  |      | 264 430                     | 249 718          | 238 169          |             |
| Toucinho   |      | 142 384                     | 134 464          | 128 245          |             |
| De equídeos  |      | 178                         | 543              | 547              |             |
| De animais de capoeira   |      | 333 864                     | 334 088          | 334 056          |             |
| Frangos de carne   |      | 270 206                     | 270 320          | 272 533          |             |
| Peru   |      | 40 742                      | 43 506           | 41 764           |             |
| Pato   |      | 9 364                       | 8 303            | 8 489            |             |
| Outras carnes<br>(caça, coelhos, pombos, codornizes, avestruzes) |      | 18 652                      | 19 417           | 17 429           |             |
| <b>2 - Banha de porco</b>  |      | <b>44 750</b>               | <b>42 260</b>    | <b>40 306</b>    |             |
| <b>3 - Miudezas (a)</b>  |      | <b>60 143</b>               | <b>57 630</b>    | <b>54 098</b>    |             |
| <b>4 - Leite</b>   |      | <b>1 964 943</b>            | <b>1 962 016</b> | <b>1 894 438</b> |             |
| De vaca  |      | 1 860 831                   | 1 879 851        | 1 794 932        |             |
| De ovelha  |      | 74 267                      | 71 485           | 69 748           |             |
| De cabra   |      | 29 845                      | 30 680           | 29 758           |             |
| <b>5 - Queijo</b>  |      | <b>78 951</b>               | <b>78 467</b>    | <b>75 847</b>    |             |
| De vaca  |      | 58 926                      | 58 583           | 55 971           |             |
| De ovelha  |      | 12 378                      | 11 915           | 11 624           |             |
| De cabra   |      | 1 971                       | 2 802            | 2 718            |             |
| De mistura   |      | 5 676                       | 5 167            | 5 534            |             |
| <b>6 - Manteiga de vaca</b>                                      |      | <b>27 667</b>               | <b>28 446</b>    | <b>25 736</b>    |             |
| <b>7 - Ovos de galinha (total)</b>                               |      | <b>122 815</b>              | <b>120 482</b>   | <b>125 452</b>   |             |
| Para incubação   |      | 20 656                      | 20 642           | 20 149           |             |
| <b>8 - Mel</b>   |      | <b>7 792</b>                | <b>6 851</b>     | <b>9 346</b>     |             |
| <b>9 - Cera</b>  |      | <b>239</b>                  | <b>208</b>       | <b>283</b>       |             |
| <b>10 - Lã</b>   |      | <b>5 864</b>                | <b>6 025</b>     | <b>6 011</b>     |             |

(a) Não inclui as miudezas dos animais de capoeira e de outras carnes, dado estarem compreendidas nas respetivas espécies animais.

### Superfície florestal segundo as espécies, por NUTS II

| Portugal       |         | Unidade: 1 000 ha |         |                        |         |                |       |                |       |          |       |            |       |           |      | 2005 (Rv) - 2010 (Po) |      |  |  |
|----------------|---------|-------------------|---------|------------------------|---------|----------------|-------|----------------|-------|----------|-------|------------|-------|-----------|------|-----------------------|------|--|--|
| Espécies       | NUTS II | Total de floresta |         | Povoamentos florestais |         |                |       |                |       |          |       |            |       |           |      |                       |      |  |  |
|                |         |                   |         | Total povoamentos      |         | Pinheiro-bravo |       | Pinheiro-manso |       | Sobreiro |       | Eucaliptos |       | Carvalhos |      | Castanheiro           |      |  |  |
|                |         | 2005              | 2010    | 2005                   | 2010    | 2005           | 2010  | 2005           | 2010  | 2005     | 2010  | 2005       | 2010  | 2005      | 2010 | 2005                  | 2010 |  |  |
| Portugal       |         | 3 299,9           | 3 242,9 | 2 940,2                | 2 984,1 | 659,5          | 628,9 | 161,6          | 170,0 | 711,8    | 717,2 | 716,5      | 759,3 | 61,9      | 64,7 | 37,5                  | 41,1 |  |  |
| Continente (a) |         | 3 211,9           | 3 154,9 | 2 899,2                | 2 943,1 | 652,5          | 621,8 | 161,6          | 170,0 | 711,8    | 717,2 | 706,7      | 749,5 | 61,9      | 64,7 | 36,9                  | 40,5 |  |  |
| Norte          |         | 566,4             | 548,5   | 476,5                  | 494,2   | 156,5          | 152,2 | 0,6            | 0,5   | 12,4     | 12,6  | 129,6      | 139,4 | 42,0      | 44,2 | 32,5                  | 36,0 |  |  |
| Centro         |         | 1 081,7           | 1 046,6 | 924,8                  | 951,7   | 420,4          | 404,7 | 4,7            | 4,7   | 34,9     | 35,4  | 341,9      | 375,5 | 15,8      | 16,4 | 4,0                   | 4,2  |  |  |
| Lisboa         |         | 67,0              | 65,1    | 65,2                   | 62,6    | 13,5           | 12,5  | 12,1           | 12,3  | 16,3     | 16,1  | 13,3       | 11,7  | e         | e    | 0,0                   | 0,0  |  |  |
| Alentejo       |         | 1 354,4           | 1 352,3 | 1 304,5                | 1 297,7 | 58,3           | 48,2  | 110,3          | 114,2 | 619,4    | 622,3 | 195,4      | 194,9 | 4,1       | 4,0  | e                     | e    |  |  |
| Algarve        |         | 142,4             | 142,3   | 128,2                  | 136,9   | 3,8            | 4,2   | 34,0           | 38,3  | 28,7     | 30,9  | 26,5       | 28,0  | e         | e    | 0,0                   | 0,0  |  |  |
| Açores (b)     |         | 55,4              | 55,4    | 24,6                   | 24,6    | 0,9            | 0,9   | 0,0            | 0,0   | 0,0      | 0,0   | 3,6        | 3,6   | 0,0       | 0,0  | 0,0                   | 0,0  |  |  |
| Madeira (c)    |         | 32,7              | 32,7    | 16,4                   | 16,4    | 6,2            | 6,2   | 0,0            | 0,0   | 0,0      | 0,0   | 6,2        | 6,2   | 0,0       | 0,0  | 0,6                   | 0,6  |  |  |

| Espécies       | NUTS II | Povoamentos florestais |       |           |          |       |       | Superfícies temporariamente desarboreizadas |      |               |      |                     |       | Outras áreas florestais |          |
|----------------|---------|------------------------|-------|-----------|----------|-------|-------|---|------|---------------|------|---------------------|-------|-------------------------|----------|
|                |         | Azinhreira             |       | Outras    |          |       |       | Pov. ardidos                                |      | Pov. cortados |      | Pov. em regeneração |       |                         |          |
|                |         | 2005                   | 2010  | Resinosas | Folhosas | 2005  | 2010  | 2005  | 2010 | 2005          | 2010 | 2005                | 2010  | 2005                    | 2010     |
| Portugal       |         | 329,4                  | 325,7 | 79,4      | 81,0     | 182,4 | 196,1 | 104,7                                       | 30,0 | 28,6          | 36,3 | 179,5               | 145,5 | 46,9                    | 46,9     |
| Continente (a) |         | 329,4                  | 325,7 | 65,8      | 67,4     | 172,6 | 186,3 | 104,6                                       | 29,9 | 28,5          | 36,3 | 179,5               | 145,5 | //                      | //       |
| Norte          |         | 2,1                    | 2,1   | 34,1      | 34,1     | 66,7  | 73,2  | 40,3  | 18,1 | 3,9           | 4,2  | 45,7                | 31,9  | //                      | //       |
| Centro         |         | 14,9                   | 14,3  | 27,7      | 29,2     | 60,5  | 67,3  | 55,4  | 9,6  | 13,6          | 17,9 | 87,8                | 67,3  | //                      | //       |
| Lisboa         |         | 1,1                    | 1,1   | 3,4       | 3,5      | 5,5   | 5,4   | e   | e    | e             | e    | 1,4                 | 2,1   | //                      | //       |
| Alentejo       |         | 302,5                  | 299,1 | e         | e        | 13,9  | 14,4  | 7,5   | 2,0  | 9,5           | 13,3 | 32,9                | 39,4  | //                      | //       |
| Algarve        |         | 8,9                    | 9,2   | e         | e        | 26,0  | 25,9  | 1,2   | e    | 1,3           | 0,5  | 11,7                | 4,8   | //                      | //       |
| Açores (b)     |         | 0,0                    | 0,0   | 12,6      | 12,6     | 7,5   | 7,5   | 0,0   | 0,0  | 0,0           | 0,0  | //                  | //    | 30,8                    | 30,8 (d) |
| Madeira (c)    |         | 0,0                    | 0,0   | 1,0       | 1,0      | 2,4   | 2,4   | e   | e    | e             | e    | //                  | //    | 16,1                    | 16,1 (e) |

(a) Origem: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) - 6.º Inventário Florestal Nacional (IFN6).  
(b) Origem: Direção Regional dos Recursos Florestais - Inventário Florestal da Região Autónoma dos Açores (2007).  
(c) Origem: Direção Regional de Florestas - 1.º Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira (2008).  
(d) Corresponde à área de floresta em espaços naturais e semi-naturais.  
(e) Corresponde à área de floresta natural "Laurissilva".

### Quantidade removida de madeira

| Portugal  |      | Unidade: 1 000 m³ sem casca |              |               | 2010 - 2012 |
|---|------|-----------------------------|--------------|---------------|-------------|
| Madeira removida  | Anos | 2010                        | 2011         | 2012 Po       |             |
| <b>Madeira removida</b>                                 |      |                             |              |               |             |
| <b>Total</b>  |      | <b>9 648</b>                | <b>9 140</b> | <b>10 184</b> |             |
| Coníferas   |      | 3 652                       | 3 458        | 2 633         |             |
| Folhosas  |      | 5 997                       | 5 682        | 7 551         |             |
| <b>Lenha (a)</b>  |      |                             |              |               |             |
| <b>Total</b>  |      | <b>600</b>                  | <b>600</b>   | <b>600</b>    |             |
| Coníferas   |      | 200                         | 200          | 200           |             |
| Folhosas  |      | 400                         | 400          | 400           |             |
| <b>Madeira redonda industrial</b><br>(madeira em bruto) |      |                             |              |               |             |
| <b>Total</b>  |      | <b>9 048</b>                | <b>8 540</b> | <b>9 584</b>  |             |
| Coníferas   |      | 3 452                       | 3 258        | 2 433         |             |
| Folhosas  |      | 5 597                       | 5 282        | 7 151         |             |
| <b>Toros de madeira para serração</b>                   |      |                             |              |               |             |
| <b>Total</b>  |      | <b>2 578</b>                | <b>2 433</b> | <b>1 797</b>  |             |
| Coníferas   |      | 2 482                       | 2 342        | 1 704         |             |
| Folhosas  |      | 96                          | 91           | 93            |             |
| <b>Toros de madeira para trituração</b>                 |      |                             |              |               |             |
| <b>Total</b>  |      | <b>6 288</b>                | <b>5 935</b> | <b>7 710</b>  |             |
| Coníferas   |      | 818                         | 772          | 664           |             |
| Folhosas  |      | 5 470                       | 5 163        | 7 046         |             |
| <b>Outras madeiras redondas industriais</b>             |      | <b>182</b>                  | <b>171</b>   | <b>77</b>     |             |

Origem: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF)

(a) Lenha sem casca, podendo ter como destinos o consumo como tal e/ou a produção de carvão vegetal.



# Anexo E – Estatísticas do transporte internacional de mercadorias

## Tráfego<sup>(a)</sup> nacional e internacional, por grupos de mercadorias (NST 2007)

2013

| Tipos de tráfego  | Total            |                     | Tráfego nacional |                     | Tráfego internacional |                  |               |                     |
|---|------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------------|------------------|---------------|---------------------|
|   |                  |                     |                  |                     | Toneladas             |                  |               | 10 <sup>3</sup> tkm |
|   | t                | 10 <sup>3</sup> tkm | t                | 10 <sup>3</sup> tkm | Carregadas            | Descarregadas    | Trânsitos     |                     |
| Grupos de mercadorias (NST 2007)                              |                  |                     |                  |                     |                       |                  |               |                     |
| <b>TOTAL</b>  | <b>9 291 068</b> | <b>2 290 071</b>    | <b>7 908 491</b> | <b>1 814 887</b>    | <b>256 673</b>        | <b>1 094 966</b> | <b>30 938</b> | <b>475 184</b>      |
| Do qual: Mercadorias perigosas                                | 1 601 415        | 508 421             | 1 513 447        | 480 978             | 8 302                 | 79 666           | 0             | 27 443              |
| 01 - P. agric., prod. animal, caça e silv.; peixe e o.p.pesca | 1 030 887        | 331 724             | 517 676          | 165 366             | 0                     | 513 210          | 0             | 166 358             |
| 02 - Hulha e lenhite; petróleo bruto e gás natural            | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 03 - P. não energ. ind. extrativas; turfa; urânio e tório     | 1 389 995        | 239 234             | 1 389 995        | 239 234             | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 04 - Prod. alimentares, bebidas e tabaco                      | 119 573          | 30 633              | 119 573          | 30 633              | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 05 - Têxteis e prod. têxteis; couro e artigos de couro        | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 06 - Mad. e cortiça exc.mob., pasta, papel e cartão           | 243 154          | 64 076              | 147 073          | 32 596              | 1 893                 | 94 187           | 0             | 31 480              |
| 07 - Coque e prod. petrolíferos refinados                     | 1 344 737        | 439 610             | 1 344 737        | 439 610             | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 08 - P. quim. e f.sint.; art. borracha e mat.plást.; c.n.     | 153 247          | 44 629              | 66 118           | 17 611              | 8 302                 | 78 826           | 0             | 27 018              |
| 09 - Outros prod. minerais não metálicos                      | 1 678 494        | 250 921             | 1 677 085        | 250 432             | 0                     | 1 408            | 0             | 489                 |
| 10 - Metais de base; prod. met. transf., exc.máq. e equip.    | 844 338          | 171 880             | 468 137          | 31 380              | 98 255                | 247 008          | 30 938        | 140 500             |
| 11 - Máq.e eq. n.e.; eq. informático, elét., comunic., ótica  | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 12 - Material de transporte                                   | 22 564           | 2 156               | 21 724           | 1 731               | 0                     | 840              | 0             | 425                 |
| 13 - Móveis; outros prod. ind. transformadoras n.e.           | 33               | 11                  | 0                | 0                   | 33                    | 0                | 0             | 11                  |
| 14 - Mat-primas secund.; resid. municipais e outros           | 170 161          | 49 819              | 38 754           | 6 602               | 90 415                | 40 991           | 0             | 43 218              |
| 15 - Correio, encomendas                                      | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 16 - Equip. e mat. utilizados no transp. de mercadorias       | 177 335          | 47 896              | 161 054          | 42 151              | 13 383                | 2 898            | 0             | 5 745               |
| 17 - Merc. transp. mud.priv. ou prof.; o.bens não merc.       | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 18 - Merc. grupadas; div. tipos merc. transp. em conjunto     | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |
| 19 - Merc. não identificáveis ou não identificadas            | 2 116 551        | 617 484             | 1 956 563        | 557 541             | 44 390                | 115 598          | 0             | 59 942              |
| 20 - Outras mercadorias n.e.                                  | 0                | 0                   | 0                | 0                   | 0                     | 0                | 0             | 0                   |

(a) Comboios e vagões completos

Origem: CP Carga S.A. e Takargo S.A.

## Transporte internacional: Mercadorias carregadas<sup>(a)</sup>, por grupos de mercadorias (NST 2007), segundo o tipo de carga

2013

Unidade: 10<sup>3</sup> t

| Tipos de carga  |              |                  |                 |              |              |              |                                    |                        |                       |
|---|--------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|   | Total        | Granéis líquidos | Granéis sólidos | Conten-tores | Em paletes   | Pré-cintados | Unidades móveis com auto-propulsão | Outras unidades móveis | Outros tipos de carga |
| Grupos de mercadorias (NST 2007)                              |              |                  |                 |              |              |              |                                    |                        |                       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>9 648</b> | <b>598</b>       | <b>1 767</b>    | <b>147</b>   | <b>5 078</b> | <b>597</b>   | <b>93</b>                          | <b>50</b>              | <b>1 317</b>          |
| 01 - P. agric., prod. animal, caça e silv.; peixe e o.p.pesca | 1 386        | 127              | 606             | 10           | 408          | 42           | 0                                  | 13                     | 180                   |
| 02 - Hulha e lenhite; petróleo bruto e gás natural            | 0            | 0                | 0               | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 03 - P. não energ. ind. extrativas; turfa; urânio e tório     | 441          | 0                | 216             | 0            | 108          | 116          | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 04 - Prod. alimentares, bebidas e tabaco                      | 779          | 89               | 11              | 38           | 591          | 0            | 0                                  | 0                      | 50                    |
| 05 - Têxteis e prod. têxteis; couro e artigos de couro        | 173          | 0                | 9               | 0            | 150          | 0            | 0                                  | 0                      | 14                    |
| 06 - Mad. e cortiça exc.mob., pasta, papel e cartão           | 1 310        | 0                | 235             | 0            | 714          | 145          | 0                                  | 0                      | 217                   |
| 07 - Coque e prod. petrolíferos refinados                     | 62           | 46               | 0               | 0            | 16           | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 08 - P. quim. e f.sint.; art. borracha e mat.plást.; c.n.     | 994          | 244              | 186             | 0            | 446          | 1            | 0                                  | 0                      | 118                   |
| 09 - Outros prod. minerais não metálicos                      | 936          | 0                | 128             | 7            | 684          | 33           | 0                                  | 0                      | 83                    |
| 10 - Metais de base; prod. met. transf., exc.máq. e equip.    | 643          | 0                | 135             | 0            | 151          | 201          | 0                                  | 0                      | 155                   |
| 11 - Máq.e eq. n.e.; eq. informático, elét., comunic., ótica  | 96           | 3                | 1               | 0            | 43           | 17           | 4                                  | 1                      | 27                    |
| 12 - Material de transporte                                   | 574          | 0                | 22              | 5            | 377          | 3            | 88                                 | 17                     | 61                    |
| 13 - Móveis; outros prod. ind. transformadoras n.e.           | 273          | 0                | 15              | 0            | 166          | 22           | 0                                  | 1                      | 70                    |
| 14 - Mat-primas secund.; resid. municipais e outros           | 204          | 52               | 94              | 0            | 40           | 0            | 0                                  | 5                      | 13                    |
| 15 - Correio, encomendas                                      | 34           | 0                | 0               | 15           | 19           | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 16 - Equip. e mat. utilizados no transp. de mercadorias       | 401          | 0                | 27              | 17           | 261          | 0            | 0                                  | 10                     | 85                    |
| 17 - Merc. transp. mud.priv. ou prof.; o.bens não merc.       | 9            | 0                | 0               | 0            | 9            | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 18 - Merc. grupadas; div. tipos merc. transp. em conjunto     | 971          | 0                | 42              | 39           | 715          | 7            | 0                                  | 2                      | 167                   |
| 19 - Merc. não identificáveis ou não identificadas            | 128          | 0                | 0               | 17           | 91           | 0            | 0                                  | 0                      | 20                    |
| 20 - Outras mercadorias n.e.                                  | 233          | 38               | 39              | 0            | 88           | 11           | 0                                  | 0                      | 56                    |

(a) Origem em Portugal Continental

Fonte: Inquérito ao Transporte Rodoviário de Mercadorias (Continente)

## Transporte internacional: Mercadorias descarregadas<sup>(a)</sup>, por grupos de mercadorias (NST 2007), segundo o tipo de carga

2013

Unidade: 10<sup>3</sup> t

| Tipos de carga  |              |                  |                 |              |              |              |                                    |                        |                       |
|---|--------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|   | Total        | Granéis líquidos | Granéis sólidos | Conten-tores | Em paletes   | Pré-cintados | Unidades móveis com auto-propulsão | Outras unidades móveis | Outros tipos de carga |
| Grupos de mercadorias (NST 2007)                              |              |                  |                 |              |              |              |                                    |                        |                       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>8 445</b> | <b>361</b>       | <b>1 148</b>    | <b>239</b>   | <b>5 119</b> | <b>462</b>   | <b>42</b>                          | <b>64</b>              | <b>1 011</b>          |
| 01 - P. agric., prod. animal, caça e silv.; peixe e o.p.pesca | 1 000        | 0                | 383             | 4            | 481          | 64           | 0                                  | 0                      | 68                    |
| 02 - Hulha e lenhite; petróleo bruto e gás natural            | 15           | 15               | 0               | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 03 - P. não energ. ind. extrativas; turfa; urânio e tório     | 280          | 1                | 200             | 0            | 27           | 23           | 0                                  | 0                      | 29                    |
| 04 - Prod. alimentares, bebidas e tabaco                      | 1 692        | 123              | 84              | 116          | 1 307        | 8            | 0                                  | 0                      | 53                    |
| 05 - Têxteis e prod. têxteis; couro e artigos de couro        | 170          | 0                | 3               | 1            | 146          | 4            | 0                                  | 0                      | 16                    |
| 06 - Mad. e cortiça exc.mob., pasta, papel e cartão           | 713          | 0                | 73              | 0            | 364          | 99           | 0                                  | 25                     | 153                   |
| 07 - Coque e prod. petrolíferos refinados                     | 138          | 109              | 10              | 0            | 19           | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 08 - P. quim. e f.sint.; art. borracha e mat.plást.; c.n.     | 622          | 74               | 38              | 5            | 414          | 8            | 0                                  | 0                      | 82                    |
| 09 - Outros prod. minerais não metálicos                      | 514          | 25               | 138             | 0            | 300          | 0            | 0                                  | 0                      | 52                    |
| 10 - Metais de base; prod. met. transf., exc.máq. e equip.    | 546          | 0                | 102             | 0            | 99           | 160          | 0                                  | 10                     | 175                   |
| 11 - Máq.e eq. n.e.; eq. informático, elét., comunic., ótica  | 168          | 0                | 12              | 2            | 80           | 44           | 0                                  | 0                      | 30                    |
| 12 - Material de transporte                                   | 464          | 0                | 0               | 12           | 294          | 9            | 38                                 | 17                     | 94                    |
| 13 - Móveis; outros prod. ind. transformadoras n.e.           | 278          | 12               | 23              | 0            | 189          | 0            | 0                                  | 0                      | 55                    |
| 14 - Mat-primas secund.; resid. municipais e outros           | 20           | 0                | 20              | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 15 - Correio, encomendas                                      | 14           | 0                | 0               | 0            | 14           | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 16 - Equip. e mat. utilizados no transp. de mercadorias       | 278          | 0                | 8               | 0            | 198          | 13           | 0                                  | 0                      | 59                    |
| 17 - Merc. transp. mud.priv. ou prof.; o.bens não merc.       | 0            | 0                | 0               | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                      | 0                     |
| 18 - Merc. grupadas; div. tipos merc. transp. em conjunto     | 1 114        | 0                | 19              | 49           | 905          | 12           | 0                                  | 0                      | 130                   |
| 19 - Merc. não identificáveis ou não identificadas            | 223          | 0                | 13              | 51           | 134          | 0            | 4                                  | 10                     | 12                    |
| 20 - Outras mercadorias n.e.                                  | 194          | 0                | 22              | 0            | 149          | 18           | 0                                  | 3                      | 2                     |

(a) Destino em Portugal Continental; Exclui cabotagem e tráfego terceiro

Fonte: Inquérito ao Transporte Rodoviário de Mercadorias (Continente)

Fonte: INE, I.P. (2014c)

**Mercadorias carregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias  
(NST 2007)**

| 2013                   |   | Unidade: t        |                |                |                  |                  |                |                  |                  |                  |                  |
|------------------------|---|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Portos                 | Grupos de mercadorias<br>(NST 2007) (a) | Total             | 01             | 02             | 03               | 04               | 05             | 06               | 07               | 08               | 09               |
|                        |   |                   |                |                |                  |                  |                |                  |                  |                  |                  |
| <b>Portugal</b>        |   | <b>32 955 702</b> | <b>519 549</b> | <b>364 520</b> | <b>1 650 021</b> | <b>2 565 483</b> | <b>114 379</b> | <b>2 756 301</b> | <b>9 174 132</b> | <b>1 838 680</b> | <b>5 582 773</b> |
| <b>Continente</b>      |   | <b>32 251 705</b> | <b>488 196</b> | <b>361 973</b> | <b>1 649 542</b> | <b>2 290 981</b> | <b>112 772</b> | <b>2 671 705</b> | <b>9 090 734</b> | <b>1 829 200</b> | <b>5 549 453</b> |
| Aveiro                 |   | 1 974 975         | 48 446         | 0              | 63 426           | 27 977           | 5              | 348 357          | 0                | 243 078          | 814 049          |
| Faro                   |   | 292 205           | 0              | 0              | 5 840            | 0                | 0              | 0                | 0                | 103              | 286 213          |
| Figueira da Foz        |   | 1 170 006         | 60 134         | 0              | 225 497          | 12               | 0              | 814 823          | 0                | 3 811            | 29 126           |
| Leixões                |   | 6 617 889         | 62 289         | 175            | 69 152           | 698 563          | 83 045         | 533 697          | 2 102 159        | 656 123          | 779 293          |
| Lisboa                 |   | 4 469 805         | 215 019        | 2 310          | 534 981          | 1 395 520        | 20 644         | 355 166          | 147 730          | 407 306          | 917 993          |
| Portimão               |   | 0                 | 0              | 0              | 0                | 0                | 0              | 0                | 0                | 0                | 0                |
| Setúbal                |   | 4 424 594         | 74 070         | 0              | 473 538          | 43 822           | 1 789          | 240 991          | 36 708           | 111 401          | 2 524 375        |
| Sines                  |   | 13 012 902        | 28 238         | 359 488        | 241 029          | 125 087          | 7 289          | 247 267          | 6 752 954        | 407 373          | 198 262          |
| Viana do Castelo       |   | 289 329           | 0              | 0              | 36 079           | 0                | 0              | 131 404          | 51 183           | 5                | 142              |
| <b>R.A. dos Açores</b> |   | <b>560 680</b>    | <b>17 309</b>  | <b>2 547</b>   | <b>406</b>       | <b>260 908</b>   | <b>1 328</b>   | <b>23 392</b>    | <b>82 590</b>    | <b>9 141</b>     | <b>31 827</b>    |
| Cais do Pico           |   | 16 763            | 1 258          | 0              | 25               | 8 226            | 144            | 584              | 265              | 425              | 883              |
| Horta                  |   | 11 558            | 721            | 36             | 0                | 5 263            | 0              | 801              | 515              | 316              | 1 061            |
| Lajes das Flores       |   | 3 423             | 363            | 25             | 0                | 156              | 0              | 60               | 0                | 21               | 181              |
| Ponta Delgada          |   | 352 579           | 6 346          | 2 328          | 268              | 170 667          | 763            | 8 963            | 79 928           | 6 190            | 24 243           |
| Praia da Graciosa      |   | 5 323             | 625            | 0              | 0                | 1 446            | 0              | 100              | 432              | 175              | 164              |
| Praia da Vitória       |   | 159 435           | 6 977          | 136            | 113              | 70 447           | 370            | 12 334           | 1 298            | 1 851            | 4 822            |
| Velas                  |   | 6 704             | 293            | 0              | 0                | 3 359            | 20             | 221              | 45               | 101              | 108              |
| Vila do Porto          |   | 4 895             | 726            | 22             | 0                | 1 344            | 31             | 329              | 107              | 62               | 365              |
| <b>R.A. da Madeira</b> |   | <b>143 317</b>    | <b>14 044</b>  | <b>0</b>       | <b>73</b>        | <b>13 594</b>    | <b>279</b>     | <b>61 204</b>    | <b>808</b>       | <b>339</b>       | <b>1 493</b>     |
| Canical                |   | 140 150           | 14 044         | 0              | 52               | 13 152           | 239            | 61 203           | 808              | 314              | 1 219            |
| Funchal                |   | 1 527             | 0              | 0              | 0                | 415              | 0              | 0                | 0                | 16               | 135              |
| Porto Santo            |   | 1 640             | 0              | 0              | 21               | 27               | 40             | 1                | 0                | 9                | 139              |

(a) Ver "NST 2007 - Nomenclatura Uniforme de Mercadorias para as Estatísticas dos Transportes" no capítulo IX

(continua)

Fonte: Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias

**Mercadorias carregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias  
(NST 2007) - continuação**

| 2013                   |  | Unidade: t       |                |                |                |                |            |              |              |                |                |              |                  |
|------------------------|--|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|----------------|----------------|--------------|------------------|
| Portos                 | Grupos de mercadorias<br>(NST 2007)(a) | 10               | 11             | 12             | 13             | 14             | 15         | 16           | 17           | 18             | 19             | 20           | xx               |
|                        |  |                  |                |                |                |                |            |              |              |                |                |              |                  |
| <b>Portugal</b>        |  | <b>1 765 476</b> | <b>423 070</b> | <b>235 648</b> | <b>134 409</b> | <b>738 457</b> | <b>640</b> | <b>8 785</b> | <b>3 627</b> | <b>338 455</b> | <b>388 856</b> | <b>5 173</b> | <b>4 347 268</b> |
| <b>Continente</b>      |  | <b>1 760 657</b> | <b>415 099</b> | <b>224 668</b> | <b>132 682</b> | <b>678 782</b> | <b>632</b> | <b>0</b>     | <b>3 601</b> | <b>337 384</b> | <b>301 216</b> | <b>5 160</b> | <b>4 347 268</b> |
| Aveiro                 |  | 96 677           | 4 028          | 362            | 0              | 328 570        | 0          | 0            | 0            | 0              | 0              | 0            | 0                |
| Faro                   |  | 0                | 24             | 0              | 0              | 25             | 0          | 0            | 0            | 0              | 0              | 0            | 0                |
| Figueira da Foz        |  | 4 244            | 1              | 426            | 0              | 31 932         | 0          | 0            | 0            | 0              | 0              | 0            | 0                |
| Leixões                |  | 862 524          | 209 858        | 52 354         | 103 870        | 127 717        | 0          | 0            | 1 153        | 272 918        | 27             | 2 972        | 0                |
| Lisboa                 |  | 96 195           | 84 765         | 36 643         | 24 094         | 45 445         | 632        | 0            | 2 411        | 0              | 182 943        | 8            | 0                |
| Portimão               |  | 0                | 0              | 0              | 0              | 0              | 0          | 0            | 0            | 0              | 0              | 0            | 0                |
| Setúbal                |  | 633 162          | 20 063         | 128 945        | 551            | 17 024         | 0          | 0            | 0            | 0              | 118 155        | 0            | 0                |
| Sines                  |  | 67 855           | 25 848         | 5 934          | 4 167          | 128 069        | 0          | 0            | 37           | 64 466         | 91             | 2 180        | 4 347 268        |
| Viana do Castelo       |  | 0                | 70 512         | 4              | 0              | 0              | 0          | 0            | 0            | 0              | 0              | 0            | 0                |
| <b>R.A. dos Açores</b> |  | <b>4 130</b>     | <b>5 813</b>   | <b>7 094</b>   | <b>720</b>     | <b>25 845</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>       | <b>87 630</b>  | <b>0</b>     | <b>0</b>         |
| Cais do Pico           |  | 160              | 1 442          | 383            | 0              | 1 203          | 0          | 0            | 0            | 0              | 1 765          | 0            | 0                |
| Horta                  |  | 113              | 471            | 361            | 9              | 1 057          | 0          | 0            | 0            | 0              | 834            | 0            | 0                |
| Lajes das Flores       |  | 18               | 22             | 196            | 503            | 458            | 0          | 0            | 0            | 0              | 1 420          | 0            | 0                |
| Ponta Delgada          |  | 3 137            | 2 254          | 4 428          | 143            | 14 170         | 0          | 0            | 0            | 0              | 28 751         | 0            | 0                |
| Praia da Graciosa      |  | 190              | 194            | 130            | 0              | 797            | 0          | 0            | 0            | 0              | 1 070          | 0            | 0                |
| Praia da Vitória       |  | 379              | 986            | 1 144          | 25             | 7 417          | 0          | 0            | 0            | 0              | 51 136         | 0            | 0                |
| Velas                  |  | 48               | 202            | 205            | 0              | 355            | 0          | 0            | 0            | 0              | 1 747          | 0            | 0                |
| Vila do Porto          |  | 85               | 242            | 247            | 40             | 388            | 0          | 0            | 0            | 0              | 907            | 0            | 0                |
| <b>R.A. da Madeira</b> |  | <b>689</b>       | <b>2 158</b>   | <b>3 886</b>   | <b>1 007</b>   | <b>33 830</b>  | <b>8</b>   | <b>8 785</b> | <b>26</b>    | <b>1 071</b>   | <b>10</b>      | <b>13</b>    | <b>0</b>         |
| Canical                |  | 662              | 2 135          | 3 755          | 937            | 33 078         | 8          | 8 393        | 26           | 103            | 10             | 12           | 0                |
| Funchal                |  | 26               | 3              | 0              | 23             | 0              | 0          | 0            | 0            | 909            | 0              | 0            | 0                |
| Porto Santo            |  | 1                | 20             | 131            | 47             | 752            | 0          | 392          | 0            | 59             | 0              | 1            | 0                |

(a) Ver "NST 2007 - Nomenclatura Uniforme de Mercadorias para as Estatísticas dos Transportes" no capítulo IX

Fonte: Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias



**Mercadorias descarregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias  
(NST 2007)**

| 2013                   |  | Unidade: t        |                  |                   |                |                  |                |                |                   |                  |                |
|------------------------|--|-------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|
| Portos                 | Grupos de mercadorias<br>(NST 2007)<br>(a) | Total             | 01               | 02                | 03             | 04               | 05             | 06             | 07                | 08               | 09             |
|                        |  |                   |                  |                   |                |                  |                |                |                   |                  |                |
| <b>Portugal</b>        |  | <b>45 293 051</b> | <b>5 481 016</b> | <b>13 456 573</b> | <b>387 079</b> | <b>2 256 640</b> | <b>282 683</b> | <b>794 384</b> | <b>11 285 156</b> | <b>2 340 262</b> | <b>638 996</b> |
| <b>Continente</b>      |  | <b>42 797 119</b> | <b>5 200 962</b> | <b>13 453 301</b> | <b>368 293</b> | <b>1 659 589</b> | <b>277 569</b> | <b>765 132</b> | <b>10 545 281</b> | <b>2 241 053</b> | <b>228 229</b> |
| Aveiro                 |  | 1 989 334         | 379 780          | 0                 | 110 217        | 186 971          | 0              | 10 477         | 380 463           | 507 110          | 39 097         |
| Faro                   |  | 0                 | 0                | 0                 | 0              | 0                | 0              | 0              | 0                 | 0                | 0              |
| Figueira da Foz        |  | 929 443           | 435 932          | 0                 | 114 072        | 0                | 0              | 88 880         | 2 391             | 1 004            | 0              |
| Leixões                |  | 9 254 493         | 843 576          | 3 974 810         | 70 037         | 537 379          | 240 117        | 240 092        | 1 373 464         | 479 314          | 93 782         |
| Lisboa                 |  | 6 395 597         | 3 240 217        | 2 986             | 29 031         | 721 751          | 22 778         | 79 591         | 1 061 082         | 354 867          | 34 880         |
| Portimão               |  | 0                 | 0                | 0                 | 0              | 0                | 0              | 0              | 0                 | 0                | 0              |
| Setúbal                |  | 2 434 563         | 268 139          | 19 106            | 3 107          | 193 417          | 2 005          | 249 781        | 525 015           | 473 608          | 2 344          |
| Sines                  |  | 21 586 655        | 33 318           | 9 456 399         | 14 786         | 20 071           | 12 689         | 15 875         | 7 174 002         | 425 150          | 9 897          |
| Viana do Castelo       |  | 207 034           | 0                | 0                 | 27 043         | 0                | 0              | 80 436         | 28 864            | 0                | 48 229         |
| <b>R.A. dos Açores</b> |  | <b>1 513 981</b>  | <b>180 325</b>   | <b>3 272</b>      | <b>9 009</b>   | <b>403 423</b>   | <b>1 757</b>   | <b>14 278</b>  | <b>385 282</b>    | <b>65 705</b>    | <b>197 224</b> |
| Cais do Pico           |  | 91 121            | 1 808            | 564               | 355            | 18 702           | 317            | 313            | 19 696            | 4 297            | 20 850         |
| Horta                  |  | 81 994            | 989              | 456               | 215            | 16 743           | 35             | 492            | 29 010            | 1 974            | 14 126         |
| Lajes das Flores       |  | 21 242            | 285              | 548               | 0              | 4 305            | 0              | 217            | 5 928             | 522              | 4 697          |
| Ponta Delgada          |  | 857 382           | 114 322          | 547               | 7 394          | 251 898          | 761            | 8 613          | 225 051           | 39 430           | 98 747         |
| Praia da Graciosa      |  | 23 336            | 381              | 24                | 44             | 1 644            | 127            | 390            | 5 803             | 411              | 1 963          |
| Praia da Vitória       |  | 347 430           | 60 838           | 849               | 753            | 89 832           | 332            | 3 670          | 78 164            | 15 467           | 41 767         |
| Velas                  |  | 57 344            | 1 651            | 168               | 154            | 16 584           | 185            | 555            | 11 460            | 2 900            | 10 546         |
| Vila do Porto          |  | 34 132            | 51               | 116               | 94             | 3 715            | 0              | 28             | 10 170            | 704              | 4 528          |
| <b>R.A. da Madeira</b> |  | <b>981 951</b>    | <b>99 729</b>    | <b>0</b>          | <b>9 777</b>   | <b>193 628</b>   | <b>3 357</b>   | <b>14 974</b>  | <b>354 593</b>    | <b>33 504</b>    | <b>213 543</b> |
| Canical                |  | 792 180           | 99 504           | 0                 | 9 743          | 192 320          | 3 338          | 14 849         | 255 737           | 33 347           | 126 669        |
| Funchal                |  | 170 093           | 0                | 0                 | 21             | 60               | 0              | 0              | 88 270            | 0                | 81 625         |
| Porto Santo            |  | 19 678            | 225              | 0                 | 13             | 1 248            | 19             | 125            | 10 586            | 157              | 5 249          |

(a) Ver "NST 2007 - Nomenclatura Uniforme de Mercadorias para as Estatísticas dos Transportes" no capítulo IX

(continua)

Fonte: Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias

**Mercadorias descarregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias  
(NST 2007) - continuação**

| 2013              |  |           |         |         |        |           |       |       |        |         |         |           |           | Unidade: t |
|-------------------|--|-----------|---------|---------|--------|-----------|-------|-------|--------|---------|---------|-----------|-----------|------------|
| Portos            | Grupos de mercadorias<br>(NST 2007)<br>(a) | 10        | 11      | 12      | 13     | 14        | 15    | 16    | 17     | 18      | 19      | 20        | xx        |            |
|                   |  |           |         |         |        |           |       |       |        |         |         |           |           |            |
| Portugal          |  | 1 287 553 | 158 584 | 130 449 | 54 061 | 1 965 045 | 615   | 1 050 | 2 098  | 166 230 | 297 534 | 10        | 4 307 033 |            |
| Continente        |  | 1 248 456 | 140 680 | 109 730 | 36 700 | 1 962 914 | 333   | 0     | 2 047  | 158 908 | 90 901  | 8         | 4 307 033 |            |
| Aveiro            |  | 367 018   | 206     | 32      | 0      | 7 963     | 0     | 0     | 0      | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| Faro              |  | 0         | 0       | 0       | 0      | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| Figueira da Foz   |  | 891       | 3       | 0       | 0      | 286 270   | 0     | 0     | 0      | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| Leixões           |  | 279 685   | 75 829  | 27 265  | 17 489 | 906 496   | 0     | 1 315 | 93 843 | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| Lisboa            |  | 40 895    | 36 226  | 11 704  | 12 569 | 661 050   | 333   | 0     | 711    | 0       | 84 926  | 0         | 0         |            |
| Portimão          |  | 0         | 0       | 0       | 0      | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| Setúbal           |  | 517 902   | 6 466   | 68 030  | 517    | 99 133    | 0     | 0     | 10     | 0       | 5 975   | 8         | 0         |            |
| Sines             |  | 19 619    | 21 935  | 2 698   | 6 125  | 2 002     | 0     | 11    | 65 065 | 0       | 0       | 4 307 033 | 0         |            |
| Viana do Castelo  |  | 22 446    | 15      | 1       | 0      | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 0       | 0         | 0         |            |
| R.A. dos Açores   |  | 20 527    | 10 061  | 12 407  | 2 019  | 2 075     | 0     | 0     | 0      | 0       | 206 617 | 0         | 0         |            |
| Cais do Pico      |  | 2 169     | 516     | 889     | 44     | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 20 601  | 0         | 0         |            |
| Horta             |  | 1 236     | 539     | 616     | 126    | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 15 437  | 0         | 0         |            |
| Lajes das Flores  |  | 191       | 92      | 222     | 17     | 14        | 0     | 0     | 0      | 0       | 4 204   | 0         | 0         |            |
| Ponta Delgada     |  | 11 890    | 5 139   | 6 867   | 1 259  | 1 594     | 0     | 0     | 0      | 0       | 83 850  | 0         | 0         |            |
| Praia da Graciosa |  | 142       | 98      | 113     | 33     | 1         | 0     | 0     | 0      | 0       | 12 162  | 0         | 0         |            |
| Praia da Vitória  |  | 3 588     | 2 976   | 2 621   | 482    | 466       | 0     | 0     | 0      | 0       | 45 825  | 0         | 0         |            |
| Velas             |  | 734       | 182     | 550     | 17     | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 11 858  | 0         | 0         |            |
| Vila do Porto     |  | 577       | 519     | 509     | 41     | 0         | 0     | 0     | 0      | 0       | 13 080  | 0         | 0         |            |
| R.A. da Madeira   |  | 18 570    | 7 843   | 8 312   | 15 342 | 56 282    | 1 050 | 51    | 7 322  | 16      | 2       | 0         | 0         |            |
| Canical           |  | 18 291    | 7 473   | 8 195   | 15 065 | 30 282    | 1 022 | 51    | 6 251  | 11      | 2       | 0         | 0         |            |
| Funchal           |  | 0         | 0       | 0       | 5      | 24        | 0     | 23    | 0      | 65      | 0       | 0         | 0         |            |
| Porto Santo       |  | 279       | 370     | 117     | 272    | 2         | 0     | 5     | 0      | 1 006   | 5       | 0         | 0         |            |

(a) Ver "NST 2007 - Nomenclatura Uniforme de Mercadorias para as Estatísticas dos Transportes" no capítulo IX

Fonte: Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias

# Anexo F – Estatísticas do comércio de internacional de bens e serviços

■■■ GEE

Síntese Estatística de Comércio Internacional – Nº 03/2015

## Bens e Serviços (Crédito) – componentes dos Serviços

| CRÉDITO<br>(Exportações)           | janeiro a dezembro |               | Estrutura (%) |              |              |              | valores em milhões de Euros     |                              |            |                              |
|------------------------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|------------------------------|------------|------------------------------|
|                                    |                    |               | Anual         |              | jan a dez    |              | Taxas de variação e contributos |                              |            |                              |
|                                    | 2013               | 2014          | 2008          | 2013         | 2013         | 2014         | 12 meses <sup>[1]</sup>         |                              | jan a dez  |                              |
|                                    |                    |               |               |              |              |              | VH <sup>[2]</sup>               | contrib. p.p. <sup>[3]</sup> | VH         | contrib. p.p. <sup>[3]</sup> |
| <b>TOTAL</b>                       |                    |               |               |              |              |              |                                 |                              |            |                              |
| <b>Bens e Serviços</b>             | <b>68 516</b>      | <b>70 203</b> | <b>100,0</b>  | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>2,5</b>                      | <b>2,5</b>                   | <b>2,5</b> | <b>2,5</b>                   |
| <b>Bens</b>                        | <b>46 581</b>      | <b>47 386</b> | <b>68,6</b>   | <b>68,0</b>  | <b>68,0</b>  | <b>67,5</b>  | <b>1,7</b>                      | <b>1,2</b>                   | <b>1,7</b> | <b>1,2</b>                   |
| <b>Serviços</b>                    | <b>21 935</b>      | <b>22 817</b> | <b>31,4</b>   | <b>32,0</b>  | <b>32,0</b>  | <b>32,5</b>  | <b>4,0</b>                      | <b>1,3</b>                   | <b>4,0</b> | <b>1,3</b>                   |
| Serviços transf. rec. mat. pert. t | 356                | 346           | 0,5           | 0,5          | 0,5          | 0,5          | -2,7                            | 0,0                          | -2,7       | 0,0                          |
| Serviços de manutenção e repa      | 463                | 324           | 0,9           | 0,7          | 0,7          | 0,5          | -30,0                           | -0,2                         | -30,0      | -0,2                         |
| Transportes                        | 5 601              | 5 647         | 7,9           | 8,2          | 8,2          | 8,0          | 0,8                             | 0,1                          | 0,8        | 0,1                          |
| Viagens e Turismo                  | 9 250              | 10 394        | 13,2          | 13,5         | 13,5         | 14,8         | 12,4                            | 1,7                          | 12,4       | 1,7                          |
| Construção                         | 650                | 515           | 1,2           | 0,9          | 0,9          | 0,7          | -20,7                           | -0,2                         | -20,7      | -0,2                         |
| Seguros e Pensões                  | 99                 | 103           | 0,2           | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 4,0                             | 0,0                          | 4,0        | 0,0                          |
| Financeiros                        | 243                | 347           | 0,9           | 0,4          | 0,4          | 0,5          | 43,0                            | 0,2                          | 43,0       | 0,2                          |
| Direitos de Utilização n.i.n.r     | 34                 | 73            | 0,1           | 0,0          | 0,0          | 0,1          | 113,7                           | 0,1                          | 113,7      | 0,1                          |
| Telecomunicações, Informaçã        | 988                | 1 055         | 1,5           | 1,4          | 1,4          | 1,5          | 6,8                             | 0,1                          | 6,8        | 0,1                          |
| Outr. Fornec. por Empresas         | 3 715              | 3 627         | 4,4           | 5,4          | 5,4          | 5,2          | -2,4                            | -0,1                         | -2,4       | -0,1                         |
| Nat. Pessoal, Cult. e Recreat.     | 301                | 217           | 0,4           | 0,4          | 0,4          | 0,3          | -27,7                           | -0,1                         | -27,7      | -0,1                         |
| Bens e serviços das AP n.i.n.r     | 237                | 169           | 0,3           | 0,3          | 0,3          | 0,2          | -28,6                           | -0,1                         | -28,6      | -0,1                         |

Fonte: GEE, com base nos dados das estatísticas da Balança de Pagamentos do Banco de Portugal.

Notas:

[1] 12 meses até dezembro de 2014

[2] (jan 14-dez 14)/(jan 13-dez 13) x 100 - 100

## Bens e Serviços (Débito) – componentes dos Serviços

| DÉBITO<br>(Importações)                    | janeiro a dezembro |               | Estrutura (%) |              |              |              | valores em milhões de Euros     |                              |            |                              |
|--|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|------------------------------|------------|------------------------------|
|  |                    |               | Anual         |              | jan a dez    |              | Taxas de variação e contributos |                              |            |                              |
|  | 2013               | 2014          | 2008          | 2013         | 2013         | 2014         | 12 meses <sup>[1]</sup>         |                              | jan a dez  |                              |
|  |                    |               |               |              |              |              | VH <sup>[2]</sup>               | contrib. p.p. <sup>[3]</sup> | VH         | contrib. p.p. <sup>[3]</sup> |
| <b>Bens e Serviços</b>                     | <b>65 563</b>      | <b>68 222</b> | <b>100,0</b>  | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>4,1</b>                      | <b>4,1</b>                   | <b>4,1</b> | <b>4,1</b>                   |
| <b>Bens</b>                                | <b>54 564</b>      | <b>56 351</b> | <b>85,6</b>   | <b>83,2</b>  | <b>83,2</b>  | <b>82,6</b>  | <b>3,3</b>                      | <b>2,7</b>                   | <b>3,3</b> | <b>2,7</b>                   |
| <b>Serviços</b>                            | <b>10 999</b>      | <b>11 871</b> | <b>14,4</b>   | <b>16,8</b>  | <b>16,8</b>  | <b>17,4</b>  | <b>7,9</b>                      | <b>1,3</b>                   | <b>7,9</b> | <b>1,3</b>                   |
| Serviços transf. rec. mat. pert. terc.     | 40                 | 27            | 0,0           | 0,1          | 0,1          | 0,0          | -33,0                           | 0,0                          | -33,0      | 0,0                          |
| Serviços de manutenção e reparação         | 238                | 303           | 0,3           | 0,4          | 0,4          | 0,4          | 27,6                            | 0,1                          | 27,6       | 0,1                          |
| Transportes                                | 3 096              | 3 382         | 3,6           | 4,7          | 4,7          | 5,0          | 9,2                             | 0,4                          | 9,2        | 0,4                          |
| Viagens e Turismo                          | 3 120              | 3 318         | 4,0           | 4,8          | 4,8          | 4,9          | 6,4                             | 0,3                          | 6,4        | 0,3                          |
| Construção                                 | 128                | 118           | 0,2           | 0,2          | 0,2          | 0,2          | -7,8                            | 0,0                          | -7,8       | 0,0                          |
| Seguros e Pensões                          | 292                | 330           | 0,3           | 0,4          | 0,4          | 0,5          | 13,2                            | 0,1                          | 13,2       | 0,1                          |
| Financeiros                                | 557                | 561           | 1,0           | 0,9          | 0,9          | 0,8          | 0,7                             | 0,0                          | 0,7        | 0,0                          |
| Direitos de Utilização n.i.n.r             | 392                | 431           | 0,5           | 0,6          | 0,6          | 0,6          | 10,0                            | 0,1                          | 10,0       | 0,1                          |
| Telecomunicações, Informação e Informática | 829                | 949           | 1,1           | 1,3          | 1,3          | 1,4          | 14,4                            | 0,2                          | 14,4       | 0,2                          |
| Outr. Fornec. por Empresas                 | 1 828              | 2 150         | 2,5           | 2,8          | 2,8          | 3,2          | 17,6                            | 0,5                          | 17,6       | 0,5                          |
| Nat. Pessoal, Cult. e Recreat.             | 411                | 227           | 0,5           | 0,6          | 0,6          | 0,3          | -44,9                           | -0,3                         | -44,9      | -0,3                         |
| Bens e serviços das AP n.i.n.r             | 67                 | 74            | 0,2           | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 9,8                             | 0,0                          | 9,8        | 0,0                          |

Fonte: GEE, com base nos dados das estatísticas da Balança de Pagamentos do Banco de Portugal.

Notas:

Valores Fob para a Importação de bens.

[1] 12 meses até dezembro de 2014

[2] (jan 14-dez 14)/(jan 13-dez 13) x 100 - 100

## Anexo G – Transportes de passageiros na Europa

Distribuição dos transportes terrestres de passageiros, 2002 e 2012 (EUROSTAT, 2014)

(% of total inland passenger-km)

|                   | 2002           |  |        | 2012           |  |        |
|-------------------|----------------|--|--------|----------------|--|--------|
|                   | Passenger cars | Motor coaches, buses and trolley buses | Trains | Passenger cars | Motor coaches, buses and trolley buses | Trains |
| EU-28             | 83.6           | 9.6                                    | 6.8    | 83.3           | 9.2                                    | 7.4    |
| BE <sup>(1)</sup> | 82.3           | 11.4                                   | 6.3    | 80.4           | 12.4                                   | 7.1    |
| BG                | 61.2           | 33.4                                   | 5.4    | 80.1           | 16.9                                   | 3.0    |
| CZ                | 73.8           | 18.7                                   | 7.5    | 74.8           | 16.8                                   | 8.4    |
| DK                | 79.1           | 11.7                                   | 9.2    | 80.2           | 9.7                                    | 10.1   |
| DE                | 86.2           | 6.7                                    | 7.1    | 85.4           | 5.7                                    | 9.0    |
| EE                | 71.7           | 26.5                                   | 1.8    | 83.6           | 14.6                                   | 1.8    |
| IE                | 81.0           | 15.6                                   | 3.5    | 82.8           | 14.4                                   | 2.8    |
| EL                | 75.1           | 23.0                                   | 1.9    | 81.6           | 17.7                                   | 0.7    |
| ES                | 82.5           | 12.3                                   | 5.2    | 80.7           | 13.7                                   | 5.6    |
| FR                | 86.4           | 5.0                                    | 8.7    | 85.1           | 5.4                                    | 9.5    |
| HR                | 82.2           | 13.3                                   | 4.5    | 85.8           | 10.7                                   | 3.5    |
| IT                | 83.3           | 11.1                                   | 5.6    | 78.9           | 15.0                                   | 6.1    |
| CY                | 77.4           | 22.6                                   | -      | 81.3           | 18.7                                   | -      |
| LV                | 76.6           | 18.6                                   | 4.8    | 76.9           | 18.3                                   | 4.8    |
| LT                | 82.0           | 15.4                                   | 2.5    | 91.0           | 8.2                                    | 0.8    |
| LU                | 85.7           | 10.5                                   | 3.9    | 83.0           | 12.4                                   | 4.6    |
| HU <sup>(2)</sup> | 61.1           | 25.0                                   | 13.9   | 67.7           | 22.2                                   | 10.1   |
| MT                | 79.4           | 20.6                                   | -      | 82.5           | 17.5                                   | -      |
| NL                | 86.4           | 4.3                                    | 9.3    | 88.2           | 3.0                                    | 8.8    |
| AT <sup>(3)</sup> | 79.4           | 10.9                                   | 9.7    | 78.5           | 10.0                                   | 11.5   |
| PL <sup>(4)</sup> | 77.0           | 13.5                                   | 9.5    | 84.6           | 10.7                                   | 4.8    |
| PT <sup>(4)</sup> | 84.9           | 10.9                                   | 4.3    | 89.3           | 6.6                                    | 4.1    |
| RO <sup>(4)</sup> | 75.8           | 12.3                                   | 11.9   | 82.2           | 12.9                                   | 4.9    |
| SI                | 83.9           | 13.2                                   | 3.0    | 86.7           | 11.1                                   | 2.3    |
| SK                | 66.8           | 26.0                                   | 7.2    | 77.8           | 15.1                                   | 7.1    |
| FI                | 84.1           | 11.1                                   | 4.8    | 84.9           | 9.8                                    | 5.3    |
| SE <sup>(4)</sup> | 84.0           | 8.2                                    | 7.8    | 84.3           | 6.7                                    | 9.1    |
| UK <sup>(4)</sup> | 88.4           | 6.4                                    | 5.2    | 86.0           | 5.8                                    | 8.2    |
| IS                | 88.6           | 11.4                                   | -      | 88.5           | 11.5                                   | -      |
| NO                | 89.0           | 6.9                                    | 4.1    | 89.7           | 5.6                                    | 4.7    |
| CH                | 80.1           | 5.1                                    | 14.8   | 77.7           | 5.1                                    | 17.2   |
| MK                | 81.3           | 16.7                                   | 1.9    | 77.8           | 20.7                                   | 1.5    |
| TR <sup>(4)</sup> | 49.0           | 47.8                                   | 3.1    | 61.6           | 36.6                                   | 1.7    |

<sup>(1)</sup> Excluding powered two-wheelers.

<sup>(2)</sup> Passenger cars: break in series.

<sup>(3)</sup> The railway in Liechtenstein is owned and operated by the Austrian ÖBB and included in their statistics.

<sup>(4)</sup> Motor coaches, buses and trolley buses: break in series.

Source: Eurostat (online data code: [tran\\_hv\\_psmmod](#))

## Transporte ferroviário de passageiros na UE (EUROSTAT, 2013)

|                | Rail passenger transport (million passenger-km) |        |               |       | Rail passenger transport (passenger-km per inhabitant) |       |               |       |
|----------------|---|--------|---------------|-------|--|-------|---------------|-------|
|                | National  |        | International |       | National   |       | International |       |
|                | 2009  | 2010   | 2009          | 2010  | 2009   | 2010  | 2009          | 2010  |
| Belgium        | 9 005   | 9 231  | 1 232         | 618   | 837  | 852   | 114.6         | 57.0  |
| Bulgaria       | 2 089   | 2 045  | 49            | 44    | 275  | 270   | 6.4           | 5.8   |
| Czech Republic | 6 132   | 6 263  | 340           | 296   | 586  | 596   | 32.5          | 28.2  |
| Denmark        | 5 590   | 5 768  | 377           | 380   | 1 014  | 1 042 | 68.4          | 68.7  |
| Germany        | 77 044  | 78 515 | 4 162         | 4 321 | 940  | 960   | 50.8          | 52.8  |
| Estonia        | 232   | 230    | 17            | 18    | 173  | 172   | 12.7          | 13.4  |
| Ireland        | 1 683   | 1 547  | -             | 131   | 378  | 346   | -             | 29.3  |
| Greece         | 1 414   | 1 337  | 53            | 46    | 126  | 118   | 4.7           | 4.1   |
| Spain          | 22 535  | 21 850 | 206           | 194   | 492  | 475   | 4.5           | 4.2   |
| France         | 78 628  | -      | 9 983         | -     | 1 222  | -     | 155.1         | -     |
| Italy          | 43 297  | 42 486 | 1 107         | 863   | 721  | 704   | 18.4          | 14.3  |
| Cyprus         | -   | -      | -             | -     | -  | -     | -             | -     |
| Latvia         | 686   | 670    | 62            | 71    | 303  | 298   | 27.4          | 31.6  |
| Lithuania      | 213   | 226    | 18            | 18    | 64   | 68    | 5.4           | 5.4   |
| Luxembourg     | -   | 246    | -             | 101   | -  | 490   | -             | 201.2 |
| Hungary        | 7 681   | 7 316  | 321           | 336   | 766  | 731   | 32.0          | 33.6  |
| Malta          | -   | -      | -             | -     | -  | -     | -             | -     |
| Netherlands    | -   | -      | -             | -     | -  | -     | -             | -     |
| Austria (1)    | 8 178   | 8 257  | 1 442         | 1 456 | 979  | 986   | 172.6         | 173.8 |
| Poland         | 17 776  | 17 040 | 352           | 445   | 466  | 446   | 9.2           | 11.7  |
| Portugal       | 4 115   | 4 008  | 97            | 103   | 387  | 377   | 9.1           | 9.7   |
| Romania        | 5 842   | 5 119  | 133           | 129   | 272  | 239   | 6.2           | 6.0   |
| Slovenia       | 718   | 680    | 55            | 50    | 353  | 332   | 27.1          | 24.4  |
| Slovakia       | 2 079   | 2 122  | 185           | 188   | 384  | 391   | 34.2          | 34.7  |
| Finland        | 3 785   | 3 869  | 91            | 90    | 711  | 723   | 17.1          | 16.8  |
| Sweden         | 10 706  | 10 674 | 615           | 544   | 1 157  | 1 143 | 66.4          | 58.2  |
| United Kingdom | 51 123  | 54 111 | 1 641         | 1 720 | 830  | 872   | 26.6          | 27.7  |
| Norway         | 2 941   | 3 004  | 30            | 72    | 613  | 618   | 6.3           | 14.8  |
| Switzerland    | 16 341  | 16 802 | 879           | 998   | 2 122  | 2 158 | 114.1         | 128.2 |
| Croatia        | 1 744   | 1 660  | 58            | 51    | 393  | 375   | 13.1          | 11.5  |
| Turkey         | 5 271   | 5 378  | 103           | 113   | 74   | 74    | 1.4           | 1.6   |

(1) The railway in Liechtenstein is owned and operated by the Austrian ÖBB and included in their rail passenger transport statistics.

Source: Eurostat (online data codes: [rail\\_pa\\_typepkm](#) and [tps00001](#))